



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECÁNICA**

#### **TESIS DE GRADO**

#### **TÍTULO:**

**“DEMANDA TOTAL DE LA CARGA ELÉCTRICA DE LA  
EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
LA MANÁ”.**

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

#### **Autor:**

Albarrasín Reinoso David Fernando.

#### **Director:**

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

**La Maná – Ecuador**

**Enero, 2014**

## **AUTORÍA**

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “**DEMANDA TOTAL DE LA CARGA ELÉCTRICA DE EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ**”, así como los contenidos, ideas, análisis, recomendaciones y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

---

Albarrasín Reinoso David Fernando

CI. 050268562-1

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema **“DEMANDA TOTAL DE LA CARGA ELÉCTRICA DE EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ”** de Albarrasín Reinoso David Fernando, egresado de la Especialidad de Ingeniería en Electromecánica, considero que el presente Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la Evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Enero 2014

El Director:

---

Ing. Villacrés Jirón Mauricio Adrián



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

La Maná – Ecuador

---

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Albarrasín Reinoso David Fernando, con el Título de Tesis **“DEMANDA TOTAL DE LA CARGA ELÉCTRICA DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Enero del 2014.

Para constancia firman:

\_\_\_\_\_  
Ing. Carmen Toapanta Toapanta  
PRESIDENTA TRIBUNAL

\_\_\_\_\_  
Ing. Fernando Jácome Alarcón  
OPOSITOR

\_\_\_\_\_  
Ing. Ricardo Luna Murillo  
MIEMBRO TRIBUNAL

\_\_\_\_\_  
Ing. Mauricio Villacrés Jirón  
MIEMBRO CON VOZ

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi más sincero agradecimiento primero a Dios por concederme la sabiduría, la capacidad para cumplir mis metas.*

*A mis padres y hermanos por darme el apoyo total para realizarme como ser humano y como profesional, puesto que gracias a ese apoyo incondicional soy una persona capaz y he logrado realizar mi tesis de grado.*

*A la universidad la cual es testigo de mis momentos más alegres y tristes a la vez, siendo el pilar fundamental de los conocimientos que con el tiempo he ido obteniendo.*

*Agradezco a mi tutor de tesis y a los profesores por compartir conmigo sus conocimientos los cuales fueron importantes en la elaboración de este trabajo.*

## **DEDICATORIA**

*A Dios por permitirme llegar a este momento tan importante dándome las fuerzas necesarias para cumplir esta meta tan anhelada en mi vida.*

*A mi esposa quien con paciencia y amor incondicional me apoyó en cada una de estas etapas y por compartir conmigo los momentos tristes y alegres.*

*A mi hijo el cual es mi motivación y mi fortaleza para seguir adelante y cumplir cada una de mis metas.*

**David**

## ÍNDICE GENERAL

|       | CONTENIDO                                | PÁGINA |
|-------|--|--------|
|       | Portada                                  |        |
|       | Autoría                                  | i      |
|       | Aval                                     | ii     |
|       | Aprobación del Tribunal de Tesis         | iii    |
|       | Agradecimiento                           | iv     |
|       | Dedicatoria                              | v      |
|       | Índice General                           | vi     |
|       | Resumen                                  | xi     |
|       | Abstract                                 | xiii   |
|       | Certificación                            | xiv    |
|       | Introducción                             | xv     |
|       | Objetivos                                | xviii  |
|       | <b>CAPÍTULO I</b> Fundamentación Teórica |        |
| 1.1   | Antecedentes                             | 1      |
| 1.1.1 | Proyecto 1                               | 1      |
| 1.1.2 | Proyecto 2                               | 2      |
| 1.2   | Categorías Fundamentales                 | 4      |
| 1.3.  | Marco Teórico                            | 4      |
| 1.3.1 | Demanda Máxima Unitaria                  | 4      |
| 1.3.2 | Normas de Empresas Eléctricas            | 6      |
| 1.3.3 | Potencia                                 | 7      |
| 1.3.4 | Frecuencia de Uso de la Carga Instalada  | 10     |
| 1.3.5 | La Carga Eléctrica                       | 10     |
| 1.3.6 | Curva de la Carga                        | 11     |
| 1.3.7 | Factor de Coincidencia                   | 13     |
| 1.3.8 | Densidad de la Carga Instalada           | 15     |
| 1.4   | Marco Conceptual                         | 16     |
| 1.4.1 | Energía eléctrica                        | 16     |
| 1.4.2 | Distribución eléctrica                   | 17     |

## **CAPITULO II**

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.1     | Breve caracterización de la UTC La Maná                    | 19 |
| 2.2     | Operacionalización de variables                            | 23 |
| 2.3     | Metodología empleada                                       | 24 |
| 2.3.1   | Tipos de investigación                                     | 24 |
| 2.3.2   | Metodología  | 24 |
| 2.3.3   | Unidad de estudio (población y muestra)                    | 25 |
| 2.3.3.1 | Población universo   | 25 |
| 2.3.3.2 | Tamaño de la muestra                                       | 25 |
| 2.3.4   | Métodos y técnicas a ser empleadas                         | 26 |
| 2.3.4.1 | Métodos  | 26 |
| 2.3.4.2 | Técnicas   | 26 |
| 2.4     | Análisis e interpretación de resultados                    | 27 |
| 2.4.1   | Encuesta realizada a los empleados, docentes y estudiantes | 27 |
| 2.4.2   | Conclusiones y recomendaciones de las encuestas            | 37 |
| 2.5     | Diseño de la propuesta                                     | 39 |
| 2.5.1   | Datos informativos   | 39 |
| 2.5.2   | Justificación  | 39 |
| 2.5.3   | Objetivos  | 40 |
| 2.5.3.1 | Objetivo general   | 40 |
| 2.5.3.2 | Objetivos específicos                                      | 40 |
| 2.5.4   | Descripción de la propuesta                                | 41 |

## **CAPITULO III**

|         |                            |    |
|---------|----------------------------|----|
| 3.1     | Estudio de carga y demanda | 42 |
| 3.1.2   | Análisis de resultados     | 45 |
| 3.1.2.1 | FFUN                       | 45 |
| 3.1.2.2 | CIR                        | 45 |
| 3.1.2.3 | FSn                        | 45 |



|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 3.1.2.4   | DMU  | 46 |
| 3.1.2.5   | Cálculo del calibre de conductores               | 46 |
| 3.1.2.5.1 | Análisis de los cálculos y montaje del generador | 51 |
| 3.2       | Referencias bibliográficas                       | 53 |
|           | Anexos   | 54 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>CUADRO</b> |  | <b>PÁGINA</b> |
|---------------|--|---------------|
| 1             | Operacionalización de las variables    | 23            |
| 2             | Población por estrato                  | 25            |
| 3             | Eficiencia de energía eléctrica        | 27            |
| 4             | Instalaciones eléctricas seguras       | 28            |
| 5             | Implementación de generador eléctrico  | 29            |
| 6             | Instalación de generador eléctrico     | 30            |
| 7             | Falta de energía eléctrica             | 31            |
| 8             | Nivel de iluminación                   | 32            |
| 9             | Distribución de tomacorrientes         | 33            |
| 10            | Instalaciones eléctricas en mal estado | 34            |
| 11            | Protección instalaciones eléctricas    | 35            |
| 12            | Ruido del generador                    | 36            |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

| GRÁFICO |                              | PÁGINA |
|---------|------------------------------|--------|
|         | Demanda del Sistema Nacional |        |
| 1       | Ecuatoriano                  | 6      |
| 2       | Curva de la carga diaria     | 12     |
| 3       | Curva de la carga            | 14     |



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TEMA: “DEMANDA TOTAL DE LA CARGA ELÉCTRICA DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ”.**

**Autor: DAVID FERNANDO ALBARRASÍN REINOSO**

### **RESUMEN**

La investigación comprende el estudio de la demanda de energía eléctrica, realizando el análisis de varios parámetros, al culminar, se deberá tener una clara visión de las condiciones desde los conductores hasta la demanda potencial, el análisis técnico y el diseño de las condiciones óptimas, lo cual incluye la determinación del voltaje de cada uno de los elementos eléctricos utilizados en la edificación de educación superior tomando en cuenta los aspectos organizativos y legales concernientes a su instalación.

Con el proyecto primero se recopilará la información necesaria para determinar donde existe la mayor demanda eléctrica de la edificación de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, así también conocer el estado de los conductores y realizar un análisis de la demanda máxima obtenida y de la forma de utilización de los equipos eléctricos existentes en la edificación.

Para el estudio de la demanda eléctrica es importante la clasificación de los consumidores.

En la edificación se debe hacer el estudio de la demanda máxima como un cliente industrial, para estos clientes, se realizará en función de factores tales como

división y uso del suelo, características de las obras de infraestructura y se establecerá como resultado de un análisis fundamentado de los valores de la demanda unitaria a considerar en el diseño.

El beneficio que nos deja el realizar el estudio de la demanda es que se obtiene el valor de la carga total eléctrica y en base a estos resultados determinamos el dimensionamiento del breaker y del cable así como el calibre conductor o ductos.

Al finalizar el proyecto logramos determinar donde existía el mayor consumo eléctrico el cual se da en el área de los laboratorios de computación, con una carga existente de 40 KVA en toda la Universidad.



# **COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**

## **ENGINEERING FACULTY**

**THEME: “TOTAL DEMAND OF ELECTRIC LOAD OF THE BUILDING OF COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY - LA MANA”.**

**Author: ALBARRASIN REINOSO DAVID FERNANDO**

### **ABSTRACT**

The research involves the study of electricity demand, making the analysis of many parameters, at the end, there must be a clear view of the conditions from the drivers to the potential demand, technical analysis and design of the best conditions which includes determining the voltage of each electrical components used in the building of higher education taking into account organizational and legal aspects concerning the installation.

With the first draft the necessary information to determine where the highest electrical demand of the building of the Cotopaxi Technical University La Mana was collected, and to know the status of drivers and an analysis of the maximum demand obtained and the utilization of existing electrical equipment in the building.

For the study of electricity demand is important the classification of consumers.

In the building, must be done the study of peak demand as an industrial customer , for these customers will be held according to factors such as division and land use, characteristics of the infrastructure and will be established as a result of a founded analysis of the values of unit demand to be considered in the design .

The benefit that leaves us the study of demand is that the value of the total electric charge is obtained and based on these results we determined sizing breaker and cable and conductor gauge or ducts.

Finally, we determined where the higher power consumption which occurs in the area of computer labs with an existing 40 KVA load across the whole University.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



**CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**

**La Maná - Ecuador**

## **CERTIFICACIÓN**

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el Sr. Egresado: Albarrasín Reinoso David Fernando cuyo título versa **“Demanda Total de la Carga Eléctrica de la edificación de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, Enero, 2014.

Atentamente

---

Lic. Sebastián Fernando Ramón Amores.

**DOCENTE**

**C.I. 050301668-5**



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis propondrá un análisis para reducir pérdidas técnicas que mediante magnitudes de factores de carga y de utilización reales se podrán dimensionar elementos con capacidad adecuada a los requerimientos.

La producción en una industria y el bienestar en un edificio están en función de la energía eléctrica disponible, bien sea ésta pública o de autogeneración. Y cuando la autogeneración se requiera, debe estar bien concebida.

La demanda en Kw, se define como el promedio de carga eléctrica en un intervalo específico de tiempo, pero generalmente se mide en 15, 20 o 30 minutos y para analizarla, primero se tiene que definir lo que es la energía (Kwh), la cual se puede definir como la carga eléctrica expresada en vatios multiplicados por el tiempo en horas que se utilizó la energía.

Un Kilowatt-hora, consiste en una carga de 1000 watts conectada durante una hora o una carga de 100 watts conectada 10 horas

La demanda máxima es la medición del promedio de potencia requerida en un intervalo de tiempo, consecuentemente; la facturación de la demanda, consiste en medirle a un consumidor el máximo promedio de carga durante cualquier intervalo de la demanda en el periodo de facturación.

Para el estudio de esta es importante la separación de los compradores , dado que los parámetros para el diseño están en función de la utilización de la energía asociada al consumo por usuario y su distribución en el área considerada, es necesario establecer una clasificación de consumidores de acuerdo a factores que determinan en forma general, la incidencia de la demanda sobre la red de distribución.

Para el caso de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná se debe realizar el estudio de la demanda máxima como cliente industrial.

El propósito es la determinación del valor de la demanda máxima unitaria correspondiente al consumidor industrial representativo de un grupo de consumidores industriales.

Las cargas son calculadas en base al tipo de uso y de los requerimientos del equipo servido.

Sea por la forma normal o la opcional los cálculos se usan para cuantificar las cargas en voltiamperios (VA) o amperios para dimensionar los alimentadores y conductores asociados a los equipos servidos. Como iluminación, toma corrientes normales y especiales de acuerdo. Las cargas son calculadas en base al tipo de uso y de los requerimientos del equipo servido.

La demanda de una instalación o sistema de distribución es la carga en las terminales receptoras tomadas en un valor medio en determinado intervalo, con esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda y es establecido por la aplicación específica que se considere, la cual se puede determinar por la constante térmica de los aparatos o por la duración de la carga.

La carga puede ser instantánea, sin embargo los aparatos pueden tener una constante térmica en un tiempo determinado, de tal manera que los intervalos de demanda pueden ser de 15, 30, 60 o más minutos, dependiendo del equipo de que se trate, se puede afirmar entonces que al definirla es requisito indispensable indicar el intervalo de consumo ya que sin esto el valor que se establezca no tendrá ningún sentido práctico.

Al realizar un buen estudio de la demanda eléctrica se tendrá la seguridad de reducir los costos de inversión, pérdidas de las redes y armónicos debido a la carga excesiva considerada en los circuitos eléctricos.

Los diseños eléctricos deben cumplir ciertos niveles de calidad de servicios que están en las regulaciones de CONELEC y en las normas de la empresa distribuidora, así como también dar seguridad, estabilidad y confiabilidad del sistema eléctrico.

Conocer las características de las cargas eléctricas es de vital importancia para análisis tales como: la determinación de condiciones existentes, en algunos casos condiciones proyectadas y soluciones para situaciones no deseadas o medidas correctivas requeridas.

Los periodos de la medición de la demanda pueden ser de corto, mediano y largo plazo. El de corto plazo suele ser diario y es utilizado para fines de muestreo de usuarios, sean estos residenciales, comerciales o industriales cuando la información requerida es preliminar, las de mediano plazo son considerados los periodos de 2 a 4 años para tomar en cuenta cambios de la economía en la región, desarrollo industrial, comercial, agrícola y de largo plazo se consideran periodos de 5 a 10 años o más, nos permite la planeación de nuevas centrales, su instalación y operación en el sistema de potencia. Para esta investigación se tomará en cuenta la de corto plazo.

## **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar la demanda total de la carga eléctrica de la edificación de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Recopilar información de consumo de energía, con el fin de saber donde existe mayor demanda eléctrica .
- ❖ Determinar la carga instalada existente en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.
- ❖ Conocer el estado existente de los conductores.
- ❖ Analizar si la demanda máxima obtenida en la medición a realizar y la forma de utilización de los equipos eléctricos y electrónicos instalados están acorde a las características técnicas de los conductores.

# **CAPÍTULO I**

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 Antecedentes**

#### ***1.1.1 Proyecto 1***

**Estudio demanda total de la carga eléctrica para la instalación de un generador de energía eléctrica en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.**

El estudio de la presente tesis determina la factibilidad para instalar un generador de energía eléctrica en el Laboratorio de Industrias Agropecuarias en la Facultad de Ciencias Zootécnicas, desde los puntos de vista de demanda, técnico, financiero administrativo, legal y de rentabilidad económica.

Esta tesis comprende el estudio de la demanda, dado que la potencia máxima demandada de una carga, presenta el caso más crítico, este valor es con el que normalmente se llevan a cabo los cálculos de regulación y los de capacidad de conducción.

En un sistema eléctrico se pueden tener variaciones bruscas de la demanda, razón por la cual se acostumbra establecer un periodo mínimo de tiempo en el que se debe mantener este valor de potencia, para que se considere este como el máximo.

Este criterio se basa en que en tiempos muy cortos, como cuando arranca un motor, la inercia térmica de los aparatos no afecta a los aislamientos de los equipos y por consiguiente sería muy costoso diseñar un sistema bajo la consideración de una demanda alta que se presenta en un tiempo excesivamente corto, digamos de algunos segundos, como es el caso del arranque de un motor, o la puesta en servicio de un transformador. Los aparatos encargados de medir la demanda máxima, normalmente están calibrados para considerar como demanda máxima a aquella que se mantiene durante un periodo largo de tiempo.

Al finalizar esta investigación determinamos que el estudio total de la carga eléctrica en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí nos dio como resultado un valor de 30 KVA.

### ***2.1.2 Proyecto 2***

**Estudio de la carga eléctrica para la implementación de laboratorio de generadores eléctricos en la Institución José Pardina. Santo Domingo de los Colorados.**

El estudio de la demanda se dirige a calcular, con la mayor precisión posible, las cantidades reales y potenciales de consumo de determinado bien o servicio.

Desde luego, se tiene que identificar: grupos sociales, niveles de consumo, lugares o regiones geográficas que pueden disponer de recursos para adquirir dicho producto.

Estos elementos permiten delimitar un área geográfica o zona de influencia, en la que se destinará el producto. A partir del conocimiento de los consumidores y de ubicar el área de influencia, se procede a obtener y procesar los datos que permitan calcular su respectiva proyección.

La previsión de la demanda de energía es un campo fundamental hoy en día dentro del sector eléctrico de cualquier país desarrollado. La razón de la

importancia de la previsión de energía eléctrica es la imposibilidad de almacenar grandes cantidades de dicha energía, lo que conlleva que todo el sistema eléctrico ha de permanecer en equilibrio, es decir producir la cantidad de electricidad que se va a consumir en tiempo real. Para llevar a cabo este objetivo es necesario prever las necesidades que van a existir en distintos horizontes temporales, siendo el corto plazo necesario a la hora de satisfacer la demanda del usuario final en tiempo real, el medio plazo para el mantenimiento de las plantas generadoras o de las redes, y el largo plazo para la planificación de nuevas instalaciones de generación, transporte o distribución.

En este proyecto se van a desarrollar modelos de previsión para poder satisfacer la demanda eléctrica a corto plazo, es decir para los usuarios finales se hace un estudio de los factores que influyen en la demanda de energía eléctrica de los clientes de la tarifa 2.0A, para ello se estudian una a una las variables que típicamente influyen en el comportamiento de la demanda eléctrica. Sin embargo, algunas de ellas quedan fuera del estudio por no disponer datos de las mismas.

Obteniendo un resultado de un consumo potencial eléctrico de 750 KVA.

(Gilberto Enríquez Harper – 2002)

## **1.2 Categorías Fundamentales**

**1.2.1** Demanda máxima unitaria

**1.2.2** Normas de empresa eléctrica

**1.2.3** Potencia

**1.2.4** Frecuencia de uso de carga instalada

**1.2.5** La carga eléctrica

**1.2.6** Curva de la carga

**1.2.7** Factor de coincidencia

**1.2.8** Densidad de carga eléctrica

## **1.3 Marco Teórico**

### ***1.3.1 Demanda Máxima Unitaria (DMU)***

La demanda tiene una importancia fundamental para el diseño y la planificación de un sistema eléctrico, pero es frecuentemente confundida con el valor instantáneo e incluso se hace referencia equivocadamente con la demanda instalada. En otras palabras, el valor de la demanda es un intervalo que incorpora todas las variaciones que ocurren durante este tiempo. La demanda máxima es la potencia requerida más grande de todas que ocurre en un intervalo de tiempo establecido, comúnmente se le llama carga o demanda pico. (Donald G. Fink, H. Wayne Beaty, John M. Carroll pág. 186)

Establecer un listado de los artefactos, equipos, maquinarias, de utilización con el número de referencia, descripción, cantidad, y potencia nominal está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{CIR} = \text{Cantidad} \times \text{Pn}$$



Dónde:

CIR: Carga instalada por consumidor.

Pn: Potencia nominal individual de cada artefacto.

La determinación del DMU, definida como el valor máximo de la potencia que en un intervalo de tiempo de 15 minutos es requerida de la red por el consumidor individual.

La DMU se determina a partir de la carga instalada del consumidor y la aplicación del factor de simultaneidad para cada una de las cargas instaladas, el cual determina la incidencia de la carga considerada en la demanda coincidente durante el período máximo entonces en la ecuación tenemos que:

$$DMU = CIR \times FS_n$$

Dónde:

DMU: Demanda máxima unitaria.

CIR: Carga instalada por consumidor

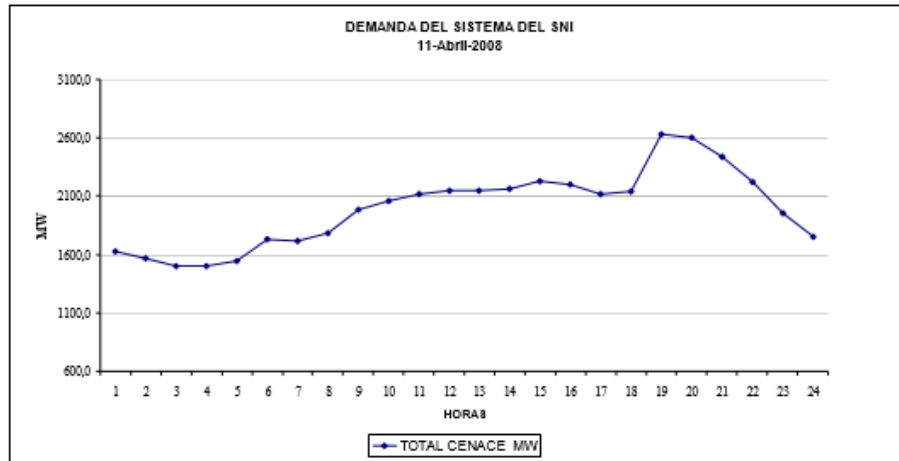
FSn: Factor de simultaneidad para cada una de las cargas

El factor de simultaneidad, expresado en porcentaje, será establecido por el proyectista para cada una de las cargas instaladas, en función de la forma de utilización de aparatos artefactos, equipos, maquinaria

La demanda máxima obtenida, expresada en vatios, es convertida a kw y kva mediante la reducción correspondiente y la consideración del factor de potencia que, en general, para instalaciones comerciales e industriales es del 0,85. (BERTO NARANJO 1 p. 180)

# GRÁFICO N° 1

## Demanda del Sistema Nacional Ecuatoriano



Fuente: CENACE

La demanda eléctrica es una medida de la tasa promedio del consumo eléctrico de sus instalaciones en intervalos de 15 minutos en general, mientras más aparatos eléctricos se encuentren funcionando al mismo tiempo, mayor es la demanda.

### ***1.3.2 Normas de Empresas Eléctricas***

Actualmente el crecimiento de los consumidores ha sido bastante significativo a pesar que las condiciones económicas del país no son las mejores, por lo que las empresas distribuidoras deben ser capaces de presentar un servicio eficiente a las nuevas edificaciones aun sabiendo que el recurso energético es escaso han optado por actualizar las normas de diseño de distribución anualmente con el fin de guiar a los profesionales afines a este campo para que consideren ciertos parámetros al momento de realizar diseños de demanda.

Con base a las normas de las empresas se procede a indicar la demanda unitaria en función de factores como el CIR y el FFU.

El FFU es el factor de frecuencia de uso que se da determinado por cada una de las cargas instaladas, en función de número de usuarios que consideran que disponen del artefacto correspondiente, vale decir que aquellos artefactos esenciales de los cuales dispondrán la mayor parte de los usuarios tendrán un factor cuya magnitud será ubicada en el rango superior.

El valor de la carga instalada por consumidor CIR viene dada por la siguiente expresión  $CIR = P_n * FFU_n * 0.01$  (José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca – 2007)

El diseño de instalaciones asociadas con áreas comerciales, industriales o de uso múltiple que, en general, puede tener densidad de carga media y alta que requieren soluciones específicas, deberá ser motivo de consulta ante la empresa, la cual emitirá en cada caso las disposiciones complementarias a ser consideradas por el proyectista, sin embargo estas normas de diseño tendrán validez aún para estos casos especiales. (J.DUNCAN GLOVER 2008 p. 87.)

Las presentes normas constituyen un conjunto de informaciones básicas y recomendaciones de orden práctico para normar y orientar la ejecución del diseño para que puedan ser realizadas por el personal de la empresa o por personal independiente.

### ***1.3.3 Potencia***

Potencia, sea eléctrica o mecánica significa la rapidez con la que se realizará un trabajo, cuando una fuerza provoca movimiento.

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Medidas es el vatio (*watt*) en circuitos es

$$P = I * V$$

Donde

I: Es la corriente

V: Es la diferencia de potencial a la que está sujeta esta corriente I

**Factor de potencia:**

Es un circuito de corriente alterna, viene dado por la ecuación:  $\cos \varphi = P/S$

Siendo:

$\cos \varphi$  = Factor de potencia, expresado por un número o como porcentaje.

P= Potencia activa cedida o absorbida por el circuito (w)

S= Potencia aparente del circuito (VA)

No puede nunca la potencia activa P ser mayor que la aparente S, el factor de potencia no podrá ser jamás superior a la unidad (o al 100%). El factor de potencia de una resistencia es del 100% puesto que su potencia aparente es igual a la activa, y por otra parte, en una bobina ideal sin resistencia el factor de potencia es cero, ya que no consume potencia activa.

El factor de potencia de un elemento o de un circuito es una forma sencilla de expresar cual fracción de la potencia aparente es real o activa.

**Potencia Activa.-** Es la potencia capaz de transformar la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos y, en consecuencia, cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

**Potencia Reactiva.-** Esta potencia no se consume ni se genera en el sentido estricto (el uso de los términos “potencia reactiva generada” y/o “potencia reactiva consumida” es una convención) y en circuitos lineales solo aparece cuando existen bobinas o condensadores. Por ende, es toda aquella potencia desarrollada en circuitos inductivos.

### **Distinción entre potencia activa y reactiva**

Existe una diferencia fundamental entre la potencia activa y reactiva, siendo quizá la particularidad que más conviene recordar el hecho de que no es posible convertir una en otra. Las potencias activa y reactiva funcionan independientemente por lo que pueden tratarse como cosas distintas en el circuito.

Ambas suponen una carga en las líneas que las transportan, pero así como la potencia activa podrá dar resultados tangibles (calor, potencia mecánica, luz), la reactiva solo representa una energía que oscila.

**Potencia Aparente.-** La potencia aparente  $S$  es, por definición igual al producto aritmético  $EI$  expresado en volt-ampere. Los dos conductores que llegan al aparato conducen la potencia aparente, pero contrariamente a la circulación de corriente.

La potencia aparente de un circuito eléctrico de corriente alterna, es la suma de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes. (Theodore Wiloi p. 67)

Es el trabajo efectuado por una fuerza en la unidad de tiempo. La unidad de potencia es el watt y es la potencia de una máquina que realiza un trabajo de un joule en un segundo. Este parámetro es importante porque sabiendo las diferentes potencias en las que trabajan los diferentes aparatos eléctricos se puede calcular la potencia que necesita cada abonado de la edificación.

### ***1.3.4 Frecuencia de uso de la Carga Instalada***

Corresponde a la suma aritmética de las potencias de todos los equipos que existen en el interior de una instalación.

Esta carga instalada la describe el consumidor en su solicitud para el servicio de suministro de electricidad. (Juan José Flores p.12; Ricardo Antonio Martín Barrio p.9)

Para cada una de las cargas que se van a instalar en la edificación se debe establecer un valor que se lo conoce como Factor de Frecuencia de Uso (FFUn), este representa en porcentaje, las posibilidades existentes de un aparato eléctrico, que se promedia entre los usuarios que tengan este artefacto y el usuario de mayor cantidad de carga. El FFUn, se determina para cada uno de las cargas instaladas en función del número de usuarios y aquellos aparatos esenciales que dispongan todos los usuarios.

$$CIR=n* P_n * FFUn * 0.01$$

Generalmente para el caso de usuarios industriales el FFUn es 100%. (RAMIREZ VASQUEZ, J. p. 85)

Para cada carga que se va instalar se debe establecer un valor que se le representa en porcentaje que se promedia de acuerdo a los usuarios que tengan el mismo artefacto.

### ***1.3.5 La Carga Eléctrica***

La carga eléctrica es una propiedad intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante atracciones y repulsiones que determinan las interacciones electromagnéticas entre ellas. La materia cargada eléctricamente es influida por los campos electromagnéticos, siendo a su vez, generadora de ellos.

La interacción entre carga y campo eléctrico origina una de las 4 interacciones fundamentales: la interacción electromagnética la cual es la interacción que ocurre entre las partículas con carga eléctrica. Desde un punto de vista macroscópico y fijado un observador, suele separarse en dos tipos de interacción, la interacción electrostática, que actúa sobre cuerpos cargados en reposo respecto al observador, y la interacción magnética, que actúa solamente sobre cargas en movimiento respecto al observador. (POVEDA MENTOR, Agosto 2009 p. 90)

Para la determinación de la carga instalada, se debe considerar que es un grupo homogéneo que posea características similares.

Para la determinación de la carga máxima instalada se debe considerar al consumidor que tenga el máximo número de artefactos utilizar, para luego establecer un listado de los aparatos eléctricos y puntos de iluminación con su respectivo valor de potencia.

Tomando siempre en cuenta el tipo de actividad que está desarrollando el usuario la cual puede ser: industrial, vivienda, comercial, oficina, el tipo de usuario y el número de usuarios. Ya que se está dimensionando la demanda. (CREIGHTON SCHWAN, W. México.2010 p. 65).

Es la cantidad de electricidad almacenada en un cuerpo los átomos de un cuerpo son eléctricamente neutro. Podemos cargar un cuerpo positivamente o negativamente y si tenemos un cuerpo con potencial positivo y otro con potencial negativo entre estos dos cuerpos tenemos una diferencia de potencial (d.d.p)

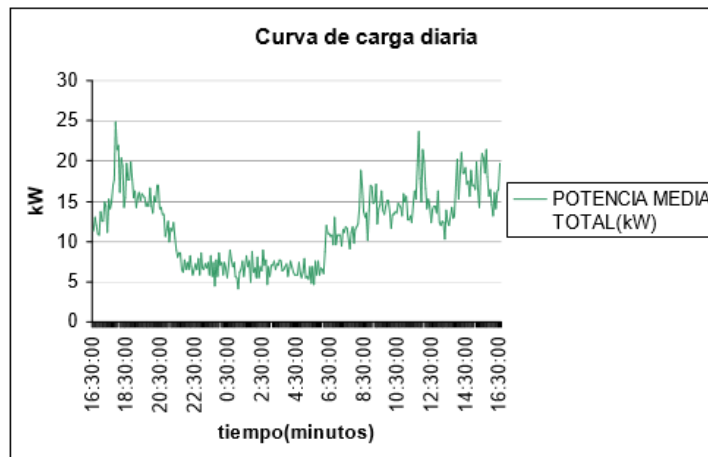
### ***1.3.6 Curva de Carga***

Es la gráfica de la variación de la carga en un periodo de carga determinado. Esta carga nos permite tener la energía consumida que no es más que el área bajo la curva.

Esta curva facilita la selección de láminas fusibles para obtener protección de transformadores de distribución contra fallas del secundario y sobrecargas dañinas, y la máxima utilización del transformador en condiciones de sobrecarga.

El fusible adecuado se determina posicionando esta transparencia sobre las curvas características de tiempo-corriente de modo tal que las líneas verticales de referencia correspondan al valor de corriente de carga nominal del transformador, y las líneas horizontales orientadas como se indica. El fusible más cercano intersectado a la curva de carga segura es el que posee las características. (LAGUNAS MARQUES, Ángel. Madrid, España.2010)

GRÁFICO N°2



Es la representación gráfica de la forma en que el consumidor, en un determinado intervalo de tiempo, hace uso de sus equipos eléctricos. El intervalo de tiempo puede ser diario, mensual, anual o cualquier otro útil para el análisis.

Factor de carga (fc) es un indicador numérico importante acerca de la forma de uso de los equipos eléctricos en una instalación.

Factor de carga (fc) se define como la relación entre la demanda promedio del periodo y la demanda máxima en el mismo periodo, o sea: Demanda promedio.

(RAMIREZVASQUEZ, J. Barcelona, España. Diciembre 2008)



Es la representación gráfica de la forma en que el consumidor, en un determinado intervalo de tiempo, hace uso de sus equipos eléctricos.

### ***1.3.7 Factor de Coincidencia***

Para fines de proyectos, se establecen factores de coincidencia, factor de simultaneidad para obtener como resultado la demanda coincidente de un grupo de clientes de similares condiciones.

Mientras que el factor de diversidad nunca es menor que la unidad, el factor de coincidencia nunca es mayor que la unidad. El factor de coincidencia puede considerarse como el porcentaje promedio de la demanda máxima individual de un grupo que es coincidente en el momento de la demanda máxima del grupo.

Los factores de diversidad y coincidencia se afectan por el número de cargas individuales, el factor de carga, las costumbres de vida de la zona. El factor de diversidad tiende a incrementarse con el número de consumidores en un grupo con rapidez al principio y más lentamente a medida que el número es mayor. Por otra parte, el factor de coincidencia decrece rápidamente en un principio y con más lentitud a medida que el número de consumidores se incrementa.

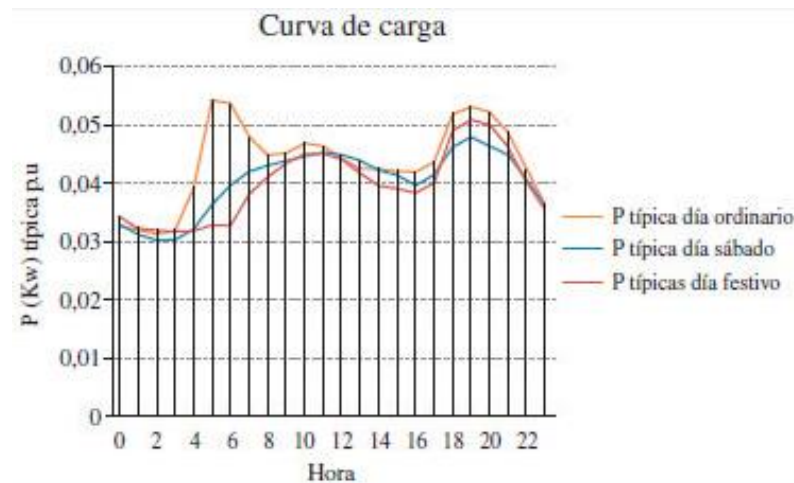
La diversidad entre las cargas individuales o grupos separados tiende a incrementarse si las características de la carga difieren, de tal manera que si un grupo de cargas individuales tienen normalmente su demanda máxima por la tarde (como las cargas residenciales) y se combina con un grupo formado por cargas individuales que normalmente tienen sus demandas máximas en la mañana (como en pequeñas o medianas industrias), el factor de diversidad será mayor que si todas las cargas tuvieran su máxima demanda en la tarde o todos sus máximos en las mañanas.

El factor de coincidencia de un grupo e cargas puede interpretarse como la proporción única en la cual la demanda máxima individual es coincidente al tiempo de pico de grupo.

El comportamiento discutido arriba es denominado coincidencia interclase. Los clientes comerciales e industriales tienen comportamientos colectivos similares a los discutidos para cargas residenciales, pero naturalmente, con PDD's representativos de esas clases. Cualitativamente el fenómeno es el mismo, pero en general, desde el punto de vista cuantitativo es completamente diferente.

También puede hablarse de coincidencia interclase. Una sub-estación o alimentador que sirve a un gran número de clientes tiene su pico en tiempos diferentes. (J. DUNCAN GLOVER 2008)

Gráfico N° 3 **CURVA DE LA CARGA**



El factor de simultaneidad es un valor establecido en porcentaje por el proyectista, para cada una de las cargas instaladas, en función de la utilización de los artefactos y aparatos durante el periodo de las horas pico. La iluminación, refrigerador, televisión, radio, equipo de sonido, calefacción, y que son de uso común tendrán un factor cuya magnitud se ubicará en el rango superior, debido a que son indispensables, mientras que equipos específicos como: lavadoras, secadoras de ropa, duchas eléctricas, bombas de agua, tienen un factor de magnitud medio y bajo. Este criterio para la aplicación del factor de simultaneidad se aplica únicamente para usuarios que son de zonas residenciales. Para aquellos usuarios que son comerciales o industriales el factor de simultaneidad es mucho más elevado para cada una de las cargas instaladas ya que estas son utilizadas en

mayor proporción durante el día. (LAGUNAS MARQUES, Ángel. Madrid, España 2009)

El factor de simultaneidad es un valor establecido en porcentaje para cada una de las cargas instaladas, en función de la utilización de los artefactos y aparatos durante el periodo de las horas pico.

### ***1.3.8 Densidad de la Carga Instalada***

A pesar de que las cargas eléctricas son cuantizadas con  $q$  y, por ende, múltiplos de una carga elemental, en ocasiones las cargas eléctricas en un cuerpo están tan cercanas entre sí, que se puede suponer que están distribuidas de manera uniforme por el cuerpo del cual forman parte. La característica principal de estos cuerpos es que se los puede estudiar como si fueran continuos, lo que hace más fácil, sin perder generalidad, su tratamiento. Se distinguen tres tipos de densidad de carga eléctrica: lineal, superficial y volumétrica.

Densidad de carga lineal:

Se usa en cuerpos lineales como, por ejemplo hilos.

$$\lambda = \frac{Q}{L}$$

Donde  $Q$  es la carga del cuerpo y  $L$  es la longitud. En el Sistema Internacional de Unidades (SI) se mide en C/m (culombios por metro).

Densidad de carga superficial:

Se emplea para superficies, por ejemplo una plancha metálica delgada como el papel de aluminio.

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

Donde  $Q$  es la carga del cuerpo y  $S$  es la superficie. En el SI se mide en  $C/m^2$  (culombios por metro cuadrado).

Densidad de carga volumétrica:

Se emplea para cuerpos que tienen volumen.

$$\rho = \frac{Q}{V}$$

Donde  $Q$  es la carga del cuerpo y  $V$  el volumen. En el SI se mide en  $C/m^3$  (culombios por metro cúbico).

Este concepto se puede establecer de dos formas, una de ellas se expresa como la relación de la carga instalada y el área de la zona del proyecto.

Densidad de la carga = Carga Instalada.

## **1.4. Marco Conceptual**

### ***1.4.1 Energía Eléctrica***

Se denomina energía eléctrica a la forma de energía resultante de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se les coloca en contacto por medio de sistemas físicos por la facilidad para trabajar con magnitudes escalares, en comparación con las magnitudes vectoriales como la velocidad o la posición. Por ejemplo, en mecánica, se puede describir completamente la dinámica de un sistema en función de las energías cinética, potencial, que componen la energía mecánica, que en la mecánica newtoniana tiene la propiedad de conservarse, es decir, ser invariante en el tiempo.

La energía eléctrica es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) que se produce

en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre). El origen de la energía eléctrica está en las centrales de generación, determinadas por la fuente de energía que se utilice. Así, la energía eléctrica puede obtenerse de centrales solares, eólicas, hidroeléctricas, térmicas, nucleares y mediante la biomasa o quema de compuesto de la naturaleza como combustible.

### ***1.4.2 Distribución Eléctrica***

La red de distribución de la energía eléctrica es un subsistema del Sistema Eléctrico de Potencia cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente).

La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas.

Las líneas que forman la red de distribución se operan de forma radial, sin que formen mallas, al contrario que las redes de transporte y de reparto. Cuando existe una avería, un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red.

La localización de averías se hace por el método de "prueba y error", dividiendo la red que tiene la avería en dos mitades y energizando una de ellas; a medida que se acota la zona con avería, se devuelve el suministro al resto de la red. Esto ocasiona que en el transcurso de localización se pueden producir varias interrupciones a un mismo usuario de la red.

Un sistema de distribución de potencia, como su nombre lo indica, es el medio para distribuir la energía eléctrica desde los bloques de suministros hasta los puntos de utilización. Pueden variar desde una simple línea que conecte un generador con un solo consumidor, hasta una red automática que alimente la zona más importante de la ciudad.

Se acepta que un sistema eléctrico de distribución, propiamente, es el conjunto de instalaciones desde 120 v hasta tensiones de 34.5 Kv encargados de entregar la energía eléctrica a los usuarios.

La sub-transmisión reúne características de transmisión y distribución, pues como la primera, mueve cantidades relativamente grandes de potencia eléctrica de un punto a otro y como la segunda, proporciona cobertura de la zona.

Los niveles de tensión de sub-transmisión van de 12 hasta 245 Kv, pero en la actividad son más comunes los niveles de 69, 15 y 138 Kv. El uso de tensiones más elevadas está aumentando con rapidez, a medida que crece la aplicación de funciones de distribución primaria más altos (por ejemplo 25 y 34.5 Kv

La historia de los sistemas de servicio eléctrico ha mostrado que la tensión que en principio fue de transmisión paso a ser de sub-transmisión, de la misma manera que la tensión de sub-transmisión evolucionó para convertirse en el nivel actual de distribución primaria.

La energía eléctrica que se produce en las centrales se transporta hasta las zonas habitadas mediante tendidos de cables conductores de alta tensión a lo largo de centenares de kilómetros.

La tensión disminuye conforme la electricidad se acerca a los polígonos industriales o núcleos de población, hasta alcanzar niveles de baja tensión. Ya en el interior de las poblaciones, la electricidad se distribuye mediante conductos enterrados.

Las operaciones de bajada y subida de tensión se llevan a cabo en las estaciones transformadoras, que se sitúan a la salida de las centrales, a la entrada de las ciudades y en los nudos de distribución de la red.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **2.1 Breve Caracterización de la edificación de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Cantón La Maná**

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná que está ubicada en las calle Los Almendros y Pujilí.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná es el resultado de un proceso de organización y lucha. La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en el año de 1998. En 1999, siendo rector de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el Lcdo. Rómulo Álvarez, se inician los primeros contactos con este centro de educación superior para ver la posibilidad de abrir una Extensión en La Maná.

El 16 de mayo de 1999, con la presencia del Rector de la Universidad y varios representantes de las instituciones locales, se constituye el primer Comité, dirigido por el Lcdo. Miguel Acurio, como presidente y el Ing. Enrique Chicaiza, vicepresidente. La tarea inicial fue investigar los requisitos técnicos y legales para que este objetivo del pueblo Lamanense se haga realidad.

A inicios del 2000, las principales autoridades universitarias acogen con beneplácito la iniciativa planteada y acuerdan poner en funcionamiento un paralelo de Ingeniería Agronómica en La Maná, considerando que las características naturales de este cantón son eminentemente agropecuarias.

El 3 de febrero de 2001 se constituye un nuevo Comité Pro- Universidad, a fin de

ampliar esta aspiración hacia las fuerzas vivas e instituciones cantonales. El 2 de mayo de 2001, el Comité, ansioso de ver plasmados sus ideales, se traslada a Latacunga con el objeto de expresar el reconocimiento y gratitud a las autoridades universitarias por la decisión de contribuir al desarrollo intelectual y cultural de nuestro cantón a través del funcionamiento de un paralelo de la UTC, a la vez, reforzar y reiterar los anhelos de cientos de jóvenes que se hallan impedidos de acceder a una institución superior.

El 8 de mayo del 2001, el Comité pidió al Ing. Rodrigo Armas, Alcalde de La Maná se le reciba en comisión ante el Concejo Cantonal para solicitar la donación de uno de los varios espacios que la Ilustre Municipalidad contaba en el sector urbano. La situación fue favorable para la UTC con un área de terreno ubicado en el sector de La Playita. El Concejo aceptó la propuesta y resolvió conceder en comodato estos terrenos, lo cual se constituyó en otra victoria para el objetivo final.

También se firmó un convenio de prestación mutua con el colegio Rafael Vásquez Gómez por un lapso de cinco años.

El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr. Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la escuela Consejo Provincial de Cotopaxi.

El 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el colegio Rafael Vásquez Gómez y posteriormente en la Casa Campesina, con las especialidades de Ingeniería Agronómica y la presencia de 31 alumnos; Contabilidad y Auditoría con 42 alumnos.

De igual manera se gestionó ante el Padre Carlos Jiménez(Curia), la donación de un solar que él poseía en la ciudadela Los Almendros, lugar donde se construyó el moderno edificio universitario, el mismo que fue inaugurado el 7 de octubre del 2006, con presencia de autoridades locales, provinciales, medios de comunicación, estudiantes, docentes y comunidad en general.



La Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná cuenta con su edificio principal en el cantón del mismo nombre en La Parroquia El Triunfo, Barrio Los Almendros; entre la Avenida Los Almendros y la Calle Pujilí. Además posee en el mismo sector una propiedad que consta de dos cuerpos separados por una calle, en el norte formado por lotes N° 9 y 11. Linderos al norte con lote 10 de propiedad del Sr. Napoleón Moreno, al sur con la calle pública, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle Los Almendros.

En el Sur formado por los lotes N° 1 y 3. Linderos, al norte con calle pública, al sur con propiedad de Héctor Salazar, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle los Almendros.

Asimismo esta Extensión goza de un predio adicional en el sector La Playita destinado al funcionamiento de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná está comprometida con los intereses populares de la provincia. Pretende, a partir del desarrollo sostenido de la docencia, la investigación y la Extensión, llegar a comprender la realidad social y contribuir a su transformación. La labor universitaria no termina en el aula, está plenamente vinculada con el pueblo. De ahí que la UTC asume el desafío de plantear nuevas alternativas, asumiendo junto a la población y sus organizaciones, acciones para buscar soluciones a los problemas provinciales y nacionales.

La afirmación de nuestra identidad como pueblo implica recuperar y potenciar lo mejor de la cultura popular, sus expresiones más trascendentes y progresistas, propiciar la interculturalidad sobre principios de respeto mutuo y equidad entre las culturas del país y de éstas con la cultura universal. La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná es parte de este proceso con una intensa actividad de Difusión Cultural. Esta acción debe multiplicarse e involucrar a todos los universitarios y estrechar la interacción con la población.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) forma actualmente profesionales al servicio del pueblo en las siguientes unidades académicas: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, y Ciencias Administrativas y Humanísticas.

El sustento legal para la creación de los paralelos de la UTC en La Maná fue la resolución RCP. 508. No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 30 de abril del 2003. El Consejo Nacional de Educación Superior, resolvió que “para fines de docencia y formación profesional, el ámbito de acción de las universidades y escuelas politécnicas o institutos superiores, abarca la provincia y los cantones colindantes en la cual se encuentre el domicilio de la Sede de la institución.

Las Carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería en Contabilidad y Auditoría fueron aprobadas con la resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 10 de junio del 2003.

Posteriormente en Sesión Ordinaria del Honorable Consejo Universitario fueron aprobadas las carreras de Ingeniería en Ecoturismo, Abogacía, Medicina Veterinaria, Ingeniería Comercial, Licenciatura en Ciencias de la Educación Mención Educación Básica, Ingeniería en Diseño Gráfico Computarizado, Ingeniería en Electromecánica e Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales bajo resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 01 y 02 de marzo del 2004.

Los programas de Ciencia y Tecnología y de Vinculación con la Colectividad tienen ámbito Nacional. El domicilio de las instituciones de Educación Superior, es independiente del de su ámbito y se rigen por las Normas del Código Civil.

## 2.2 Operacionalización de las Variables

| Variables | Dimensión                  | Sub-dimensión                                      | Indicadores  | Técnica/<br>Instrumento         |
|-----------|----------------------------|--|--|---------------------------------|
| Carga     | • Demanda                  | • Consumo  | • Oficina<br>• Laboratorios<br>• Aulas<br>• Pasillos | • Observación                   |
|           | • Diagnóstico del Material | • Equipos Instalados                               |  |                                 |
|           | • Protecciones             | • Conductores<br>• Canalizaciones<br>• Disyuntores | • Principales<br>• Secundarios                       | • Medición<br><br>• Observación |
| Capacidad | • Equipos de medición      | • Voltímetro<br>• Amperímetro                      | • Tablero  | • Observación                   |
|           | • Potencia                 | • Activa   |  | • Encuesta                      |
|           | • Voltaje                  |  |  | • Encuesta                      |
|           | • Perdidas                 | • Caída de Tensión                                 |  | • Observación                   |

## **2.3 Metodología Empleada**

### ***2.3.1 Tipos de Investigación***

Para la elaboración de la tesis se utilizó varios tipos de investigación:

***Exploratoria***, porque a través de esta se pudo destacar los aspectos fundamentales de la problemática a resolver, mediante la búsqueda de antecedentes de resultados anteriores, estadísticas de venta, ingresos y utilidad de los productores, información que fue de vital importancia para el desarrollo de este estudio.

***Descriptiva***, por cuanto permitió conocer e identificar las características del generador eléctrico a instalar en la edificación.

***Explicativa***, en la búsqueda de causas y efectos que explican aspectos relevantes del estudio, los mismos que serán ampliados en el desarrollo de la tesis.

### ***2.3.2 Metodología***

El trabajo a realizarse se fundamentará en el diseño experimental mediante el lineamiento transeccional para el levantamiento de datos.

Además la metodología a aplicarse en nuestro estudio es una propuesta orientada al mejoramiento de las personas que forman parte de la edificación de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Cantón La Maná.

### 2.3.3 Unidad de Estudio (Población y Muestra)

#### 2.3.3.1 Población Universo

La población universo inmersa en la investigación, está compuesta por quienes conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná

CUADRO 2 POBLACIÓN POR ESTRATO

| Estrato      | Población  |
|--------------|------------|
| Alumnos      | 624        |
| Docentes     | 55         |
| Empleados    | 8          |
| <b>Total</b> | <b>687</b> |

Fuente: Secretaria de la UTC La Maná Año 2012

#### 2.3.3.2 Tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula<sup>1</sup>:

$$n^1 = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Dónde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{687}{(0,05)^2 (687 - 1) + 1}$$

---

<sup>1</sup>Seminario de Diseño de Tesis realizado en la UTC La Maná

$$n = \frac{687}{(0,0025) (686) + 1}$$

$$n = \frac{687}{1,715 + 1}$$

$$n = \frac{687}{2,715}$$

$$n = 253$$

Por lo expuesto, la investigación se fundamentará con los resultados de 253 personas a encuestar.

### ***2.3.4 Métodos y Técnicas a ser Empleadas***

#### ***2.3.4.1 Métodos.***

La investigación aplicó los siguientes métodos:

***Inducción***, por cuanto los resultados de las encuestas aplicadas a la muestra fueron generalizadas para todos los consumidores de energía eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Cantón La Maná.

#### ***2.3.4.2 Técnicas***

El levantamiento de datos se realizó mediante encuestas aplicables a los consumidores de energía eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Cantón La Maná, considerando que es la forma más adecuada para obtener información que permita realizar un estudio correcto sobre la demanda de la carga eléctrica.

## 2.4 Análisis e Interpretación de Resultados de la investigación de Campo

El presente trabajo está basado en resultados reales obtenidos por medio de encuestas realizadas a los empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, quienes colaboraron con la investigación de campo, aportando con la información requerida.

### 2.4.1 Encuesta realizada a los empleados, docentes y estudiantes

**CUADRO 3 EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|--------------|------------|-------------|
| Bueno        | 58         | 23%         |
| Malo         | 64         | 25%         |
| Regular      | 131        | 52%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

De las respuestas obtenidas de la presente encuesta se concluye que las diferentes compañías encargadas de suministrar el servicio eléctrico, no informan con anticipación suficiente sobre las suspensiones de dicho servicio. Las suspensiones sin previo aviso, generan daños materiales. Parte de los daños ocasionados por las suspensiones es al momento de la restauración del servicio eléctrico, pues los niveles de voltaje no son los adecuados. Se han percibido incrementos excesivos, inexplicables y de manera continua en los recibos de pago por el servicio de energía eléctrica. La mayoría de personas que formamos parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná consideran que la eficiencia de la energía es regular con un 52% en dicha respuesta, por lo que se necesita de estudios de la demanda para de acuerdo a eso buscar soluciones para mejorar dicha eficiencia. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica. También se denomina ahorro de energía.

#### CUADRO 4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS SEGURAS

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|--------------|------------|-------------|
| Si           | 64         | 25%         |
| No           | 189        | 75%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

La gran mayoría de los que integramos parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná consideran que las instalaciones eléctricas son malas y para comprobar esto necesitaremos de la realización del estudio de la demanda de la carga Eléctrica y luego buscar soluciones y aplicarlas.

Por esta razón, es necesario contar con un buen diseño de las instalaciones eléctricas, buenos materiales eléctricos y una buena mano de obra que nos permitan disfrutar, como resultado, de una adecuada instalación eléctrica. Algunos aspectos que deben tomarse en cuenta a la hora de diseñar la instalación es la distribución de las cargas en varios “circuitos debe considerar en el diseño el correcto dimensionamiento de los conductores eléctricos, ya que su diámetro (grosor) está asociado a una capacidad de transporte de la corriente que necesitan los aparatos y equipos un buen diseño debe incidir en la necesidad de instalación de una puesta a tierra, que permitirá la descarga de las “energías negativas), alejando el peligro en una forma segura siendo aún más específicos debemos verificar que el calibre (grosor) del cable sea acorde con la capacidad instalada (cantidad de equipos eléctricos y electrónicos), con cierta proyección a futuro. Es importante igualmente hacer prueba de medición de aislamiento de los circuitos, para descartar posibles fugas de corriente, es decir, que exista un lugar construido adecuadamente para dispersar las corrientes de falla o fuga que puedan presentarse en el sistema. Adicionalmente, debe comprobarse que dicha puesta a tierra está conectada a la totalidad de la instalación eléctrica, formando una red equipotencial el tiempo de vida útil de los componentes de una instalación eléctrica entre ellos los cables es de 15 a 20



años. Sin embargo, lo recomendable es realizar una revisión general al menos cada 5 años

#### **CUADRO 5 IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO**

| <b>ALTERNATIVAS</b> | <b>FRECUENCIA</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| Si                  | 228               | 90%               |
| No                  | 25                | 10%               |
| <b>TOTAL</b>        | <b>253</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasin Reinoso David Fernando

El mayor porcentaje de encuestados están de acuerdo con la implementación de un generador eléctrico ya que este ayudaría mucho para evitar la pérdida de clases por falta de luz eléctrica.

La investigación se relaciona con la posibilidad de desarrollo de una herramienta universal que permita generar, en forma automática y que sea aplicable como elemento fundamental para solventar la necesidad de energía eléctrica estable ante una falla en el suministro de red eléctrica, se han creado los generadores eléctricos de emergencia debido a la diversidad que se encuentran en el mercado, más allá del factor precio, a la hora de adquirirlo, se deberá tener en cuenta las prestaciones que brinda, el trabajo que realizará, y diversas características que permitirán hallar el adecuado. Existen numerosos beneficios al implementar el generador eléctrico, un generador estacionario puede comenzar la alimentación dentro de los treinta segundos, ni siquiera tienen que pasar a un conmutador, porque el generador es capaz de manejar todas las operaciones de forma automática.

## CUADRO 6 INSTALACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|--------------|------------|-------------|
| Bueno        | 202        | 80%         |
| Malo         | 20         | 8%          |
| Regular      | 31         | 12%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

El porcentaje mayoritario está de acuerdo en un generador eléctrico para evitar la pérdida de clases pues así tendríamos más calidad en la educación ya que no se tendría más excusas para no recibir las horas completas.

Los generadores se clasifican de acuerdo a la capacidad de vatios ("watts") que producen y a los decibeles de ruido que generan. Para escoger su generador debe analizar los enseres que necesita y los vatios (w) que consumen.

Un interruptor de transferencia automática (ita) transfiere energía de una fuente estándar, como los servicios públicos, a energía de emergencia, como un generador eléctrico, cuando la fuente estándar falla, un ita percibe la interrupción de la energía en la línea y, a su vez señala el panel del motor para comenzar, cuando la fuente estándar es restaurada a energía normal el ita transfiere energía de vuelta a la fuente estándar y se apaga el generador. Los interruptores de transferencia automática se utilizan a menudo en entornos de alta disponibilidad tales como centros de datos, planes de fabricación, redes de telecomunicaciones.

### CUADRO 7 FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|--------------|------------|-------------|
| Si           | 175        | 69%         |
| No           | 78         | 31%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

En la Universidad Técnica de Cotopaxi “La Maná” la mayor parte de estudiantes ha tenido pérdida de clases por los cortes de energía eléctrica que se dan en el cantón La Maná.

Debido a la alta demanda en el sistema eléctrico, dejando en evidencia una vez más la pobre infraestructura eléctrica actual problemas de generación de energía.

El país sufría habitualmente de crisis energéticas debido al estiaje que se presentaba cada año en la zona austral, en donde se ubica la central hidroeléctrica Paute, considerada la más importante enfrentó una de las mayores sequías que le condujo a adoptar otras medidas y a insistir en el avance de las obras de nuevas centrales hidroeléctricas. Los ataques fraudulentos se producen en varios ámbitos dentro de la infraestructura eléctrica. Estos ataques de fraude entran en la categoría de pérdidas no técnicas tanto en la generación como en la distribución.

En algunos casos los usuarios alteran los contadores para reducir sus facturas, en otras se realizan conexiones directas ilícitas al tendido eléctrico, algunas comunidades se quedan a oscuras debido al robo del propio cableado.

Todos estos problemas, que suelen ser la causa de la mayoría de las pérdidas de energía

### CUADRO 8 NIVEL DE ILUMINACIÓN

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|--------------|------------|-------------|
| Bueno        | 44         | 17.39%      |
| Malo         | 84         | 33.20%      |
| Regular      | 125        | 49.41%      |
| <b>TOTAL</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

La mayor parte de los que conformamos la Universidad Técnica de Cotopaxi opinan que la iluminación del establecimiento es regular por lo que se está buscando la solución para tener una educación de calidad.

El nivel de iluminación se define como el flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad de medida es el Lux. Su principal finalidad es facilitar la visualización de las cosas en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad. Se deberá realizar un mantenimiento periódico de las luminarias limpieza de las mismas y sustitución de lámparas fuera de servicio.

El circuito de iluminación constituye una parte importante de la instalación eléctrica porque permite iluminar de forma adecuada cada ambiente de la vivienda. El circuito de iluminación es aquel que permite “alimentar” con corriente eléctrica todas las lámparas de iluminación. Cada lámpara instalada se denomina centro o punto de luz y puede ser un foco, un fluorescente, foco ahorrador, fluorescente electrónico.

### CUADRO 9 DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|--------------|------------|-------------|
| Bueno        | 33         | 13%         |
| Malo         | 123        | 49%         |
| Regular      | 97         | 38%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

Según la encuesta realizada a los que conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná nos podemos dar cuenta que la mayoría nos confirma que la distribución de tomacorrientes en la edificación es mala.

En la instalación de los tomacorrientes hay que tener en cuenta los empalmes de los conductores ya que constituyen pérdidas de energía que se disipa y que no puede ser utilizada o aprovechada pero que puede ser reducida a valores aceptables, principalmente las pérdidas técnicas están presentes en las resistencias de los conductores que transportan la energía desde la generación hasta los consumidores.

### CUADRO No. 10 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MAL ESTADO

| ALTERNATIVAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|--------------|------------|-------------|
| Si           | 173        | 68%         |
| No           | 80         | 32%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

Según la encuesta realizada se da a conocer que las instalaciones eléctricas de la UTC tienen riesgos para la seguridad de quienes la conforman.

Los accidentes eléctricos son consecuencia del mal estado de los materiales, envejecimiento, inseguridad y manipulación no profesional de las instalaciones", así como el envejecimiento de las instalaciones eléctricas debido a la antigüedad de las edificaciones.

El paso del tiempo degrada los materiales de la instalación eléctrica: la capa aislante se endurece y se rompe, las juntas se deterioran "y el riesgo de incendio y electrocución se incrementa".

Por ello, la revisión de las instalaciones eléctricas es una necesidad.

#### **CUADRO 11 PROTECCIÓN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

| <b>ALTERNATIVAS</b> | <b>FRECUENCIA</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| Bueno               | 33                | 13%               |
| Malo                | 100               | 40%               |
| Regular             | 120               | 47%               |
| <b>TOTAL</b>        | <b>253</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

De acuerdo a la encuesta realizada nos dice que las protecciones de los tomacorrientes son regulares.

Las instalaciones eléctricas disponen de diversos elementos de seguridad para disminuir el riesgo de accidentes, como los causados por cortocircuitos, sobrecargas o contacto de personas o animales con elementos en tensión.

Un cortocircuito se produce por fallos en el aislante de los conductores, por contacto accidental entre conductores aéreos debidos a fuertes vientos o rotura de los apoyos.

Dado que un cortocircuito puede causar daños importantes en las instalaciones eléctricas e incluso incendios en edificios, las instalaciones están normalmente

dotadas de fusibles, interruptores magneto-térmicos o diferenciales y tomas de tierra, a fin de proteger a las personas y las cosas.

#### **CUADRO No. 12 RUIDO DEL GENERADOR**

| <b>ALTERNATIVAS</b> | <b>FRECUENCIA</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| Si                  | 111               | 44%               |
| No                  | 142               | 56%               |
| <b>TOTAL</b>        | <b>253</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Albarrasín Reinoso David Fernando

De acuerdo a la encuesta realizada podemos notar que la mayoría de estudiantes piensan que el ruido emitido por el generador eléctrico no afectaría al momento de recibir clases.

El ruido emitido por el grupo electrógeno no afecta puesto que se lo ubicaría en un lugar estratégico para que el sonido sea menor.

## **2.5 Diseño de la Propuesta**

### ***2.5.1 Datos Informativos***

**Estudio:** “Demanda Total de la Carga Eléctrica de edificación de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná” año 2012.

**Alumnos:** 624

**Docentes:** 55

**Empleados:** 8

**Ubicación:** Universidad Técnica de Cotopaxi, Provincia de Cotopaxi, Cantón La Maná.

**Autor:** Albarrasín Reinoso David Fernando.

El estudio se lo realizó en la edificación de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicada en el cantón La Maná, con la finalidad de analizar el tipo de generador que se debe instalar y que características debe tener dicho grupo electrógeno.

### ***2.5.2 Justificación***

La presente investigación tiene la finalidad de la presentación de un estudio confiable y seguro acerca de determinar la demanda de la carga eléctrica para la instalación de un generador eléctrico, el cual es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes.

Con la determinación de la demanda de la carga eléctrica, obtendremos conocimiento del voltaje necesario del generador que se instalará o a su vez si se necesita de él en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.



Mediante la elaboración de este proyecto se tendría como beneficiarios a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná debido a que con la ejecución del mismo se lograría evitar la pérdida de clases por falta de energía eléctrica, mejorando la calidad de estudio en dicho establecimiento.

### ***2.5.3 Objetivos***

#### ***2.5.3.1 Objetivo General***

Determinar la demanda total de la carga eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná para la instalación de un generador eléctrico en dicho establecimiento.

#### ***2.5.3.1 Objetivos Específicos***

- Establecer los fundamentos teóricos necesarios para la instalación de un generador eléctrico en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.
- Determinar las principales causas de la ausencia de un generador de electricidad en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.
- Estipular las características necesarias que debe tener el generador eléctrico a instalar en dicho establecimiento de educación superior en base a la investigación realizada.

## **2.5.4 Descripción de la Propuesta**

- 2.5.4.1 Estudio de Carga y Demanda
- 2.5.4.2 Análisis de Resultados
- 2.5.4.3 FUNN
- 2.5.4.4 CIR
- 2.5.4.5 FSN
- 2.5.4.6 DMU
- 2.5.4.7 Cálculo del calibre de los conductores

## **CAPÍTULO III**

### **APLICACIÓN DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 Estudio de Carga y Demanda**

El estudio de cargas eléctricas es un cálculo que se aplica a un proyecto eléctrico para conocer la demanda de energía eléctrica que va a consumir todas las cargas instaladas en toda la instalación, generalmente este estudio sirve para determinar la potencia necesaria del transformador que va a suministrar de energía a los circuitos, en nuestro caso nos vamos a servir para dimensionar la potencia del generador, a continuación elaboramos una planilla de cálculo, en la que se toma en cuenta todos los equipos y artefactos eléctricos instalados y la suma de todos ellos nos va a dar como resultado la demanda requerida por la institución.

Al momento de diseñar un proyecto tomaremos en cuenta esta demanda, ya que representa el mayor valor de las exigencias del circuito en condiciones normales de funcionamiento.

Es importante mencionar que existen dos (2) valores de demanda máxima que deben considerarse, la demanda diversificada o coincidente y la demanda no coincidente. La primera se utiliza cuando las cargas o grupos de cargas a ser alimentadas son homogéneas. Cuando se trata de cargas de características muy diferentes se utiliza la demanda no coincidente.

**TABLA 1**

| PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO   |                                    |      |                |      |              |     |                 |
|--|------------------------------------|------|----------------|------|--------------|-----|-----------------|
| REGLON   | APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO |      |                | FFUN | CIR          | FSn | DMU             |
|  | DESCRIPCION                        | CANT | Pn(W)          | %    | (W)          | (%) | W               |
| <b>CARGAS DE LA EDIFICACION DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI</b>  |                                    |      |                |      |              |     |                 |
| 1  | Alumbrado                          | 294  | 40             | 100  | 11760        | 90  | 10584,00        |
| 2  | Cafetera                           | 1    | 850            | 50   | 425          | 50  | 212,50          |
| 3  | Computadoras                       | 39   | 450            | 100  | 17550        | 90  | 15795,00        |
| 4  | DVD                                | 1    | 8              | 50   | 4            | 50  | 2,00            |
| 5  | Impresoras                         | 7    | 40             | 70   | 196          | 50  | 98,00           |
| 6  | Proyectores                        | 7    | 280            | 50   | 980          | 90  | 882,00          |
| 7  | Equipos de sonido                  | 2    | 25             | 80   | 40           | 50  | 20,00           |
| 8  | Reflectores de luz exterior        | 4    | 400            | 100  | 1600         | 80  | 1280,00         |
| 9  | Reloj biométrico                   | 1    | 25             | 30   | 7,5          | 50  | 3,75            |
| 10   | Teléfono                           | 5    | 25             | 80   | 100          | 50  | 50,00           |
| 11   | Televisión                         | 1    | 85             | 50   | 42,5         | 80  | 34,00           |
| 12   | Ventilador                         | 12   | 25             | 100  | 300          | 60  | 180,00          |
| 13   | Bomba de agua                      | 1    | 1500           | 80   | 1200         | 50  | 600,00          |
| 14   | Lámparas de sensor                 | 4    | 15             | 70   | 42           | 70  | 29,40           |
| 15   | Máquina pulidora de piso           | 1    | 7500           | 40   | 3000         | 50  | 1500,00         |
| 16   | Amplificadores                     | 2    | 12000          | 30   | 7200         | 50  | 3600,00         |
| 17   | Copiadora                          | 1    | 2600           | 20   | 520          | 70  | 364,00          |
|  |                                    |      | <b>TOTALES</b> |      | <b>44967</b> |     | <b>35234,65</b> |
| <div> <div> <div>FACTOR DE POTENCIA fp</div> <div>0,9</div> </div> <div> <div>FACTOR DE DEMANDA FDM= DMU(W)/CIR(W)</div> <div>0,78</div> </div> </div> <div> <div> <div>DMU (kvA)</div> <div>39149,6</div> </div> <div> <div>DEMANDA REQUERIDA (KvA)</div> <div>40</div> </div> </div> |                                    |      |                |      |              |     |                 |

Elaborado por: Albarrasín Reinoso David Fernando

## ***ARGUMENTACIÓN***

Desde hace años, las dimensiones de los alambres se han expresado comercialmente por números de calibres, en especial en Estados Unidos. Esta práctica ha traído consigo ciertas confusiones, debido al gran número de escalas de calibres que se han utilizado.

Los Cables vienen normalizados según el estándar AWG en N° 14, 12, 10, 8, 6. AWG 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, - 250 MCM, 350 MCM, 500 MCM, entre otros. (MCM= Mil Circular Mil = 0.5067 mm<sup>2</sup>). (Estos valores actualmente existen tabulados)

Cada valor (AWG) va en concordancia con la sección transversal del conductor. Por ejemplo un Cable N° 2, tiene una sección de 33,634 mm<sup>2</sup> ó 66,378 MCM (=33.634/0.5067). Para este conductor las Tablas indican que por él puede circular una Corriente de 95 Amp. Aproximadamente (Para Cable THW).

En cualquier caso la intensidad admisible se fija en función de que el conductor alcance una temperatura límite de servicio. Esto no es una varita mágica en forma de fórmula pues la temperatura dependerá del balance de energía entre la generada por impedancia y la disipada al medio ambiente que a su vez dependerá de la disposición (p.r.j vertical, horizontal) de los conductores que tenga al lado de la temperatura del medio para lo cual ya están las tablas establecidas.

### ***3.1.2 Análisis de Resultados***

#### **3.1.2.1 FFUN**

El Factor de Frecuencia de uso (FFUN) expresado en porcentaje, será determinado para cada una de las cargas instaladas en función del número de usuarios que se considera que disponen del equipo correspondiente dentro del grupo de consumidores; vale decir, que aquellos equipos de los cuales dispondrán la mayor parte de usuarios tendrán un factor cuya magnitud se ubicará en el rango superior y aquellos cuya utilización sea limitada tendrán un factor de magnitud media o baja.

#### **3.1.2.2 CIR:**

Es Carga Instalada por Consumidor la cual se determina por el Factor de Frecuencia FUNN, por la potencia y por la cantidad dividida para 100.

#### **3.1.2.3 Factor de Simultaneidad**

El Factor de Simultaneidad (F.S.n) para efectos de cálculos de diseño eléctrico aplicado a la industria se utilizan considerando el componente de la red:

- 1- Para cableados o conductores de red y equipos de maniobra, se debe tomar el 100% de la carga instalada. lo cual implica asumir en operación continua tanto alumbrados como equipo motriz.
- 2- Para transformadores de potencia, en industrias que trabajan las 24 horas, se debe calcular el factor F.S. así:
  - 2.1- Alumbrado exteriores al 50% o su equivalente para operación nocturna en un lapso de 12 horas.
  - 2.2- Alumbrado de Interior es al 100% en 24 horas.

2.3- Equipo motriz, se asume el 100% en 24 horas, sin incluir aquellos equipos cuya operación sea: de "back-up" o de "stand-by".

Nota aclaratoria: para el determinar la curva de carga térmica para el cálculo del transformador de potencia se debe aplicar el tiempo real de operación de la industria. Remplazando el tiempo señalado, Si es de 12 o 16 horas de labor.  
(Debe trabajar en equipo, juntos)

### **3.1.2.4 Demanda Máxima Unitaria**

Definida como el valor máximo de la potencia que en un intervalo de tiempo de 15 minutos es requerida de la red por el consumidor individual.

La Demanda Máxima Unitaria se determina a partir de la carga instalada del consumidor representativo y la aplicación del Factor de simultaneidad para cada una de las cargas instaladas, el cual determina la incidencia de la carga considerada en la demanda máxima coincidente durante el periodo de máxima solicitud.

### **3.1.2.5 Cálculo de Calibre en Conductores**

#### **CÁLCULO DEL CALIBRE DE CONDUCTORES DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO PRINCIPAL**

**Datos:**

Tipo trifásico

L= 15 m

P= 50 KVA \* FP = 50 \* 0.8 = 49 KW = 49600 W

V= 220 v

Cos  $\Theta$  = 0.8

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \theta}$$

$$I = \frac{49600}{1,73 * 220 * 0,8}$$

$$I = \frac{49600}{304,48}$$

$$I = 162.9 \text{ amperios}$$

Dónde:

P= Potencia

V= Voltaje

I= Corriente

Cos Θ= Factor de Potencia

Se concluye que según los cálculos realizados podemos observar que tenemos un máximo de 162.9 amperes. Según la tabla se asume un conductor de sección 53,5mm<sup>2</sup> con su equivalente en AWG es 1/0 que soporta 170 amperios

### CAÍDA DE VOLTAJE DEL CONDUCTOR

$$e\% = \frac{q * I * L}{V * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 162,9 * 17}{220 * 53,5}$$

$$e\% = \frac{11077,2}{11770}$$

$$e\% = 0,9$$



Dónde:

q= Constante

I=Corriente

L=longitud

V=Voltaje

S=Sección del Conductor

Se concluye que el Calibre Conductor cumple con las normas técnicas de aceptación tiene un porcentaje 0,9% teniendo como referencia la base q es del < 3%.

### **CÁLCULO DEL CALIBRE DE CONDUCTORES DEL TABLERO PRINCIPAL AL GRUPO ELECTRÓGENO**

**Datos:**

P = 62KvA – 62000vA – 62000/1,25 (le usamos el 25% de la potencia aparente 49600).

V = 220

Cos  $\Theta$  = 0,8

$$P = \sqrt{3} * V * \cos\theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\theta}$$

$$I = \frac{49600}{1,73 * 220 * 0,8}$$

$$I = 162,9$$

Según los cálculos realizados podemos concluir que el generador entregará un máximo de 162 amperes.

Como hablamos de una corriente trifásica la dividimos para las 3 fases que tiene y nos queda:  $162/3 = 54$  A por fase.

Según la tabla se asume un conductor de sección  $53,5\text{mm}^2$  con su equivalente en AWG es 1/0 que soporta 170 amperios

### **CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE DE LOS CONDUCTORES DEL TABLERO PRINCIPAL AL TABLERO SECUNDARIO**

$$e\% = \frac{q * I * L}{V * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 162,9 * 30}{220 * 33,60}$$

$$e\% = \frac{195,48}{7392}$$

$$e\% = 2,6$$

Según los cálculos realizados se asume un conductor de sección  $33.60\text{mm}^2$  con su equivalente en AWG es 2 que soporta 130 amperios.

El Calibre Conductor cumple con las normas técnicas de aceptación tiene un porcentaje 2,6% teniendo como referencia la base  $q$  es del  $< 3\%$ .

**CÁLCULO DEL CALIBRE DE CONDUCTORES DE LOS CURSOS SE  
ESCOGE EL CURSO CON MAYOR CARGA**

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\theta}$$

$$I = \frac{4887,5}{1,70 * 220 * 0,8}$$

$$I = \frac{4887,5}{304,48}$$

$$I = 32 A$$

De acuerdo a los cálculos realizados podemos observar que tenemos un máximo de 32 amperes.

Según la tabla se asume un conductor de sección  $8.37\text{mm}^2$  con su equivalente en AWG es #8 que soporta 55 amperios

**CAÍDA DE VOLTAJE**

$$e\% = \frac{q * I * L}{V * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 32 * 20}{220 * 8,37}$$

$$e\% = \frac{2560}{1841,4}$$

$$e\% = 1,3$$

El Calibre Conductor cumple con las normas técnicas de aceptación tiene un porcentaje 1,3 % teniendo como referencia la base q es del < 3%.

### **3.1.2.5.1 ANÁLISIS DE LOS CÁLCULOS Y MONTAJE DEL GENERADOR**

Con los cálculos y el montaje del generador he obtenido conocimiento sobre la inmensa diferencia que existe entre un grupo generador y un transformador de una misma potencia de placa en KVA.

La inercia y hasta la corriente nominal son diferentes.

La capacidad real de un transformador siempre será mayor que la de un grupo de los mismos KVA.

Vale la pena resaltar que además de los beneficios técnicos de un estudio de la demanda existe un gran ahorro lo que además posibilita que realmente se ejecuten los proyectos planeados.

Seleccionar adecuadamente los equipos, ocasionan ahorros bastante profesionales en elementos electrónicos en una instalación si se conoce realmente la demanda y de esta manera no exagerar en tamaño de breaker y calibres de conductores.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta en el dimensionamiento aproximado de un generador es la capacidad KVA y la caracterización de intervalos de tiempo como 10, 20 o 30. El objetivo es elegir en forma conveniente el equipo para lograr eficientemente el fin determinado.

La potencia a consumir de un generador trifásico se calcula con la siguiente ecuación:

$$P(kw)=V(volt) \times I(amp) \times 1,732 \times \cos\phi / 1000$$

Donde P: potencia; V: tensión entre fases; I: corriente por cada fase;  $\cos\phi$  : factor de potencia de la carga.

Durante el arranque considerar que la potencia mecánica a ser solicitada por el motor eléctrico para vencer la inercia de su rotor, será:

- de 2 a 3 veces su potencia nominal expresada en [Kw] si dicho arranque es del **tipo directo**.
- de 1,2 a 1,5 veces su potencia nominal expresada en [Kw] para **otros tipos de arranque**.

Y cuando se debe alimentar cargas no lineales, típicamente una UPS, se tendrá especial cuidado en obtener los siguientes datos de la UPS:

- a) Potencia.
- b) Tensión y corriente nominales.
- c) Factor de potencia y eficiencia.
- d) Pulsos del rectificador.

Para dimensionar el generador rápidamente, se debe considerar que su potencia nominal será por lo menos de 2,5 a 3 veces superior a la de la UPS.

Una vez calculada la potencia a consumir del generador, se deberá establecer el régimen de uso del equipo para así, finalmente, poder dimensionar la máquina.

Para ello distinguiremos tres regímenes diferentes:

- Régimen Stand By: el generador será utilizado únicamente en caso de corte de la fuente principal de energía. (Factor de utilización = 1,00).
- Régimen Permanente: el generador será utilizado como fuente principal de energía, sin limitación en la cantidad de horas diarias y con carga variable, tal que el promedio diario de la misma no supere el 70% del pico máximo de potencia a ser consumida. (Factor de utilización = 1,10).

- Régimen base: el generador será utilizado como fuente principal de energía, sin limitación en la cantidad de horas diarias y con carga constante 24 x 24 hs. (Factor de utilización =1,35).

Y el cálculo final lo obtenemos multiplicando el valor de potencia a consumir por el factor de utilización, se tendrá el valor de potencia necesaria del generador. El procedimiento de cálculo indicado se recomienda para obtener rápida y aproximadamente el dimensionado del equipo.

## **3.2 Conclusiones y Recomendaciones**

### **3.2.1 Conclusiones:**

- ❖ Posterior a la recopilación de información determinamos que la mayor demanda eléctrica existe en el segundo piso en el área de los laboratorios de computación.
- ❖ Se diagnosticó que la carga existente en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná es de 40 KVA.
- ❖ Luego de realizar el análisis de los equipos eléctricos y electrónicos determinamos que no están acorde a las características técnicas de los conductores.

### **3.2.2 Recomendaciones:**

- ❖ Como existe mayor consumo de energía en el área de los laboratorios de computación, se recomienda la instalación de un panel de distribución eléctrica para equilibrar cargas.
- ❖ Posterior a la determinación de la carga existente de la edificación siendo esta de 40 KVA y tomando en cuenta las cargas futuras se recomienda un grupo electrógeno de 62 KVA.
- ❖ Al no estar acorde las instalaciones eléctricas con las características técnicas de los conductores se recomienda la reinstalación del cableado de alimentación de las cajas térmicas.
- ❖ Se recomienda un disyuntor principal por piso teniendo en cuenta que en el plano eléctrico tenemos dos áreas, el edificio académico y administrativo, de esta manera daremos protección al sistema eléctrico.

### 3.2. Referencias Bibliográficas

- DONALD G. FINK, H. WAYNE BEATY, JOHN M. CARROLL. Estudio de la demanda máxima unitaria ISBN 84-291-3026-8
- ALBERTO NARANJO. Proyecto del sistema de distribución eléctrico 1º edición 2007 editorial equinoccio ISBN 980-237-244-2 depósito legal if 24420046211611.
- JOSÉ LUIS SANZ SERRANO, JOSÉ CARLOS TOLEDANO GASCA. Normas de empresas eléctricas– 2007 ISBN 26-265-0674-9
- J. DUNCAN GLOVER. Sistema de potencia análisis y diseño edición 3º 2008 ISBN 0-534-95367-0 ISBN 970-686-291-9
- THEODORE WILOI. Tecnología de los sistemas eléctricos de potencia editorial hispano europea sa Barcelona – España ISBN 84-255-0664-6
- JUÁN JOSÉ FLORES. Tecnología de electricidad ISBN 84-283-0862-4
- RICARDO ANTONIO MARTÍN BARRIO Guía práctica de electricidad TOMO I ISBN 84-8055-145-3
- RAMÍREZ VÁSQUEZ, J. INSTALACIONES ELÉCTRICAS I. Editorial CEAC S.A. 16 Edición. Barcelona, España. Diciembre 2008 ISBN 84-281-1862-3
- POVEDA MENTOR: Eficiencia Energética: Recurso no aprovechado, Olade, Agosto 2007 ISBN 84-265-0804-8
- CREIGHTON SCHWAN, W. Manual práctico de instalaciones eléctricas. Editorial McGrawHill. 1 Edición. México. 2010



- LAGUNAS MARQUES, ÁNGEL. Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas. Editorial Paraninfo. 4ª Edición. Madrid, España. 2007 ISBN 657-745-898-5
- RAMÍREZ VÁSQUEZ. Instalaciones eléctricas I Editorial CEAC S.A. 16 Edición. Barcelona, España. Diciembre 2008 ISBN 564-896-231-4
- J. DUNCAN GLOVER Sistema de potencia análisis y diseño 3ª edición 2008 ISBN 970-686-291-9
- LAGUNAS MARQUES, ÁNGEL. Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas. Editorial Paraninfo 4ª Edición. Madrid, España 2008 ISBN 0-534-95367-0

## 6 Anexos



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ

**SEÑORES:  
ESTUDIANTES**

**“Proyecto de tesis”: DEMANDA TOTAL DE LA CARGA ELÉCTRICA DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-LA MANA.**

Para efectos de la realización de este proyecto se requiere recabar información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar el siguiente cuestionario.

---

**1. ¿Cree usted que las instalaciones eléctricas en la UTC La Maná son seguras?**

Si ( )

No ( )

**2. ¿Cree que es necesario la implementación de un generador eléctrico en la UTC La Maná?**

Si ( )

No ( )

**3. ¿Cree usted que implementando un generador eléctrico en la UTC La Maná mejore las actividades académicas en la sección nocturna?**

Si ( )

No ( )

**4. ¿Cree usted que se deba aplicar un sistema de protección para el generador eléctrico que será instalado en la UTC La Maná?**

Si ( )

No ( )

**5. ¿Cree usted que un sistema de potencia estará seguro sin un sistema de protección?**

Si ( )

No ( )

**6. ¿Está de acuerdo que se deba implementar un sistema de protección para cada área?**

Si ( )

No ( )

**7. ¿Deberían los estudiantes de la UTC sede La Maná realizar su tesis en beneficio de la misma?**

Si ( )

No ( )

**8. ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los estudiantes?**

Si ( )

No ( )

**9. ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la UTC La Maná cuentan con protecciones adecuadas?**

Si ( )

No ( )

**10. ¿Considera que el ruido provocado por el generador afectaría al aprendizaje?**

Si ( )

No ( )

## **ANEXO 2**

### **CÁLCULO CIR**

#### **ALUMBRADO DE LA UTC, LÁMPARAS FLUORECENTES 2\*40w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 100 * 40 * 294 / 100$$

$$\text{CIR} = 1176000 / 100$$

$$\text{CIR} = 11.760$$

#### **CAFETERA CRISTAL NESPRESO DE 110v - 850w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 50 * 850 * 1 / 100$$

$$\text{CIR} = 42500 / 100$$

$$\text{CIR} = 425$$

#### **COMPUTADORAS DE ESCRITORIO DE 110v – 450w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 100 * 450 * 39 / 100$$

$$\text{CIR} = 1755000 / 100$$

$$\text{CIR} = 17550$$

#### **REPRODUCTOR DE DVD DE 110v – 8w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 50 * 8 * 1 / 100$$

$$\text{CIR} = 400 / 100$$

$$\text{CIR} = 4$$

#### **IMPRESORAS LASERJET DE UNA POTENCIA 110v - 40w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 70 * 40 * 7 / 100$$

$$\text{CIR} = 19600 / 100$$

$$\text{CIR} = 196$$

**PROYECTORES EPSON 2800 LÚMENES DE 110v – 280w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 50 * 280 * 7 / 100$$

$$\text{CIR} = 98000 / 100$$

$$\text{CIR} = 980$$

**EQUIPOS DE SONIDO DE UNA POTENCIA 110v-25w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 80 * 25 * 2 / 100$$

$$\text{CIR} = 4000 / 100$$

$$\text{CIR} = 40$$

**REFLECTORES DE SODIO PARA ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CON POTENCIA DE 400w –  
220v**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 100 * 400 * 4 / 100$$

$$\text{CIR} = 160000 / 100$$

$$\text{CIR} = 1600$$

**RELOJ BIOMÉTRICO DE HUELLAS DACTILARES DE 110v- 25w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 30 * 25 * 1 / 100$$

$$\text{CIR} = 750 / 100$$

$$\text{CIR} = 7,5$$

**TELÉFONO INALÁMBRICO CON POTENCIA DE 110v - 25w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD} / 100$$

$$\text{CIR} = 80 * 25 * 5 / 100$$

$$\text{CIR} = 10000 / 100$$

$$\text{CIR} = 100$$

**TELEVISOR DE 21" CON POTENCIA DE 85w - 110v**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD}/100$$

$$\text{CIR} = 50 * 85 * 1/100$$

$$\text{CIR} = 4250/100$$

$$\text{CIR} = 42,5$$

**VENTILADOR DE PEDESTAL DE 25w - 110v**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD}/100$$

$$\text{CIR} = 100 * 25 * 12/100$$

$$\text{CIR} = 30000/100$$

$$\text{CIR} = 300$$

**BOMBA DE AGUA DE DIAFRAGMA 5H/MIN, 0.8MPA, 1500w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD}/100$$

$$\text{CIR} = 80 * 1500 * 1/100$$

$$\text{CIR} = 120000/100$$

$$\text{CIR} = 1200$$

**LÁMPARAS PARA EXTERIORES CON SENSOR DE MOVIMIENTO DE 110v - 15w**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD}/100$$

$$\text{CIR} = 70 * 15 * 4/100$$

$$\text{CIR} = 4200/100$$

$$\text{CIR} = 42$$

**MÁQUINA PULIDORA DE PISO DE 7500w - 220v**

$$\text{CIR} = \text{FUNN} * \text{POTENCIA} * \text{CANTIDAD}/100$$

$$\text{CIR} = 40 * 7500 * 1/100$$

$$\text{CIR} = 300000/100$$

$$\text{CIR} = 3000$$

**AMPLIFICADORES DE SONIDO DE 110v - 1200w**

$$CIR = FUNN * POTENCIA * CANTIDAD / 100$$

$$CIR = 30 * 12000 * 2 / 100$$

$$CIR = 720000 / 100$$

$$CIR = 7200$$

**COPIADORA RICOH MPC 4500 COLORES 110v – 2600w**

$$CIR = FUNN * POTENCIA * CANTIDAD / 100$$

$$CIR = 20 * 2600 * 1 / 100$$

$$CIR = 52000 / 100$$

$$CIR = 520$$

**CÁLCULO DMU**

**ALUMBRADO DE LA UTC, LÁMPARAS FLUORECENTES 2\*40W**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 90 * 11760 / 100$$

$$DMU = 10584$$

**CAFETERA CRISTAL NESPRESO DE 110v - 850w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 425 / 100$$

$$DMU = 212,50$$

**COMPUTADORAS DE ESCRITORIO DE 110v – 450w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 90 * 17550 / 100$$

$$DMU = 15795$$

**REPRODUCTOR DE DVD DE 110v – 8w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 4 / 100$$

$$DMU = 2$$

**IMPRESORAS LASERJET DE UNA POTENCIA 40w – 110v**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 196 / 100$$

$$DMU = 98$$

**PROYECTORES EPSON 2800 LÚMENES DE 110v – 280w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 90 * 980 / 100$$

$$DMU = 882$$

**EQUIPOS DE SONIDO DE UNA POTENCIA 110v – 25w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 40 / 100$$

$$DMU = 20$$

**RELOJ BIOMÉTRICO DE HUELLAS DACTILARES DE 110v - 25w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 7,5 / 100$$

$$DMU = 3,75$$

**REFLECTORES DE SODIO PARA ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CON POTENCIA DE 400w –  
220v**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 80 * 1600 / 100$$

$$DMU = 1280$$

**TELÉFONO INALÁMBRICO CON POTENCIA DE 110v - 25w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 100 / 100$$

$$DMU = 50$$



**TELEVISOR DE 21" CON POTENCIA DE 110v – 85w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 80 * 42,5 / 100$$

$$DMU = 34$$

**VENTILADOR DE PEDESTAL DE 110v – 25w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 60 * 300 / 100$$

$$DMU = 180$$

**BOMBA DE AGUA DE DIAFRAGMA 5H/MIN, 0.8MPA, 110v - 1500w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 1200 / 100$$

$$DMU = 600$$

**LÁMPARAS PARA EXTERIORES CON SENSOR DE MOVIMIENTO DE 110v - 15w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 70 * 42 / 100$$

$$DMU = 29,40$$

**MÁQUINA PULIDORA DE PISO DE 220v – 7500w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 3000 / 100$$

$$DMU = 1500$$

**AMPLIFICADORES DE SONIDO 110v - 1200w**

$$DMU = F_{sn} * CIR / 100$$

$$DMU = 50 * 7200 / 100$$

$$DMU = 3600$$

**COPIADORA RICOH MPC 4500 COLORES 110v – 2600w DMU =**

Fsn\*CIR/100

DMU = 70\*5200/100

DMU = 364

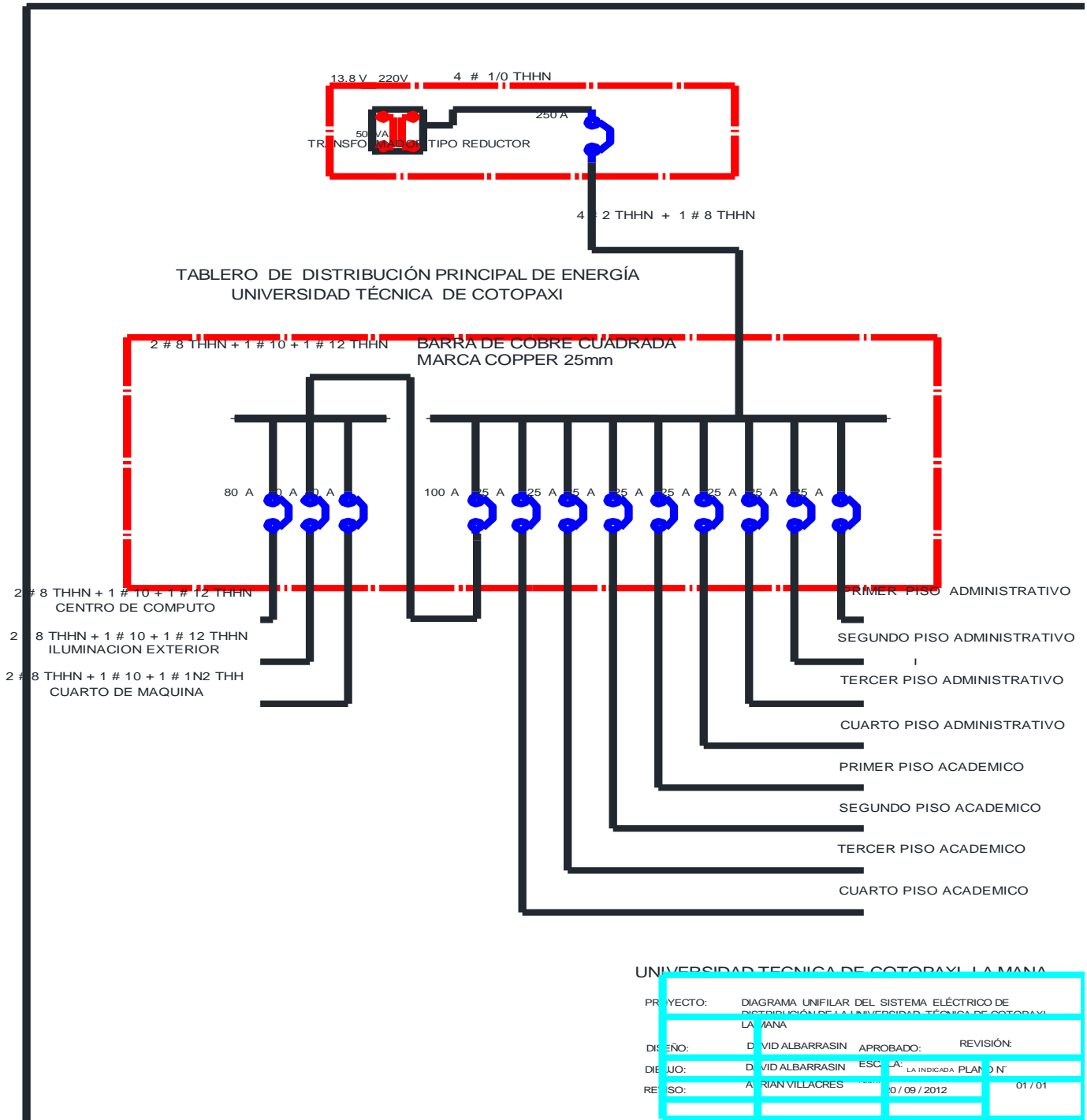
### ANEXO 3 TABLA N°1

| DESCRIPCION   | FUNCION<br>CONDUCT. | CONDUCTOR      |                        |            |                      | ESPESOR DE<br>AISLAMIENTO | DIAMETRO<br>EXT.<br>APROX | R.ELECTRICA<br>DC 20 C° | PESO<br>TOTAL<br>APROX | CAPACIDAD DE<br>CORRIENTE T.<br>ambiente 30 c° |     | BREACKER<br>(amp) | CONSUMO<br>POR LINEA | DISTANCIA | FACTOR<br>POTENCIA | CAIDA<br>DE<br>TENSION |
|---|---------------------|----------------|------------------------|------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|--|-----|-------------------|----------------------|-----------|--------------------|------------------------|
|   |                     | CALIBRE<br>AWG | SECCION<br>NOM.<br>mm2 | #<br>HILOS | DIAM.<br>APROX<br>mm |                           |                           |                         |                        | *  | **  |                   |                      |           |                    |                        |
| Del transformador al<br>breaker principal:<br>3# 1/0 THHN     | FASES A-<br>B-C     | 1/0            | 53.20                  | 200        | 9.9                  | 1.27                      | 13.2                      | 0.345                   | 586                    | 170  | 260 | 200               | 24.7                 | 17        | 0.8                | 0.1                    |
| 1# 1/0 THHN   | NEUTRO              | 1/0            | 53.20                  | 200        | 9.9                  | 1.27                      | 13.2                      | 0.345                   | 586                    | 170  | 260 | 200               |                      | 17        | 0.8                |                        |
| Del Breaker principal<br>al tablero secundario :<br>3# 2 THHN | FASES A-<br>B-C     | 2              | 33.60                  | 126        | 7.7                  | 1.02                      | 10.4                      | 0.544                   | 372                    | 130  | 190 | barras            | 20.3                 | 30        | 0.8                | 2.28                   |
| 1# 2 THHN   | NEUTRO              | 2              | 33.60                  | 126        | 7.7                  | 1.02                      | 10.4                      | 0.544                   | 372                    | 130  | 190 | barras            | 24.5                 | 30        | 0.8                | 2.76                   |
| 1# 8 THHN   | TIERRA              | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 0.76                      | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | tierra            | 24.7                 | 30        | 0.8                | 2.78                   |
| Del tablero secundario<br>al centro de computo :<br>2# 8 THHN | FASES A-<br>B-C     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 0.76                      | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 80                | 7                    | 14        | 0.8                | 0.18                   |
| 1# 10 THHN  | NEUTRO              | 10             | 5.26                   | 26         | 2.7                  | 0.51                      | 4.0                       | 3.41                    | 61                     | 40   | 55  | neutro            | 7                    | 14        | 0.8                | 0.18                   |
|   | TIERRA              | 12             | 3.31                   | 41         | 2.4                  | 0.39                      | 3.5                       | 5.43                    | 38                     | 30   | 40  | tierra            | 7                    | 14        | 0.8                | 0.18                   |
| Del tablero secundario<br>a los bloques A y B<br>4 # 8 THHN   |                     |                |                        |            |                      |                           |                           |                         |                        |  |     |                   |                      |           |                    |                        |
| 4° PISO   |                     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 18                        | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 25                | 4.4                  | 18        | 0.8                | 0.9                    |
| 3° PISO   |                     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 14                        | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 25                | 4.3                  | 14        | 0.8                | 0.7                    |
| 2° PISO   |                     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 10                        | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 25                | 3.9                  | 10        | 0.8                | 0.4                    |
| 1° PISO   |                     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 8                         | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 25                | 2.4                  | 6         | 0.8                | 0.2                    |
| 1° PISO   |                     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 8                         | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 25                | 0.2                  | 4         | 0.8                | 0                      |
| 2° PISO   |                     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 14                        | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 25                | 8.5                  | 8         | 0.8                | 0.8                    |
| 3° PISO   |                     | 8              | 8.37                   | 41         | 3.3                  | 17                        | 5.3                       | 2.14                    | 99                     | 55   | 80  | 25                | 10                   | 14        | 0.8                | 0.16                   |

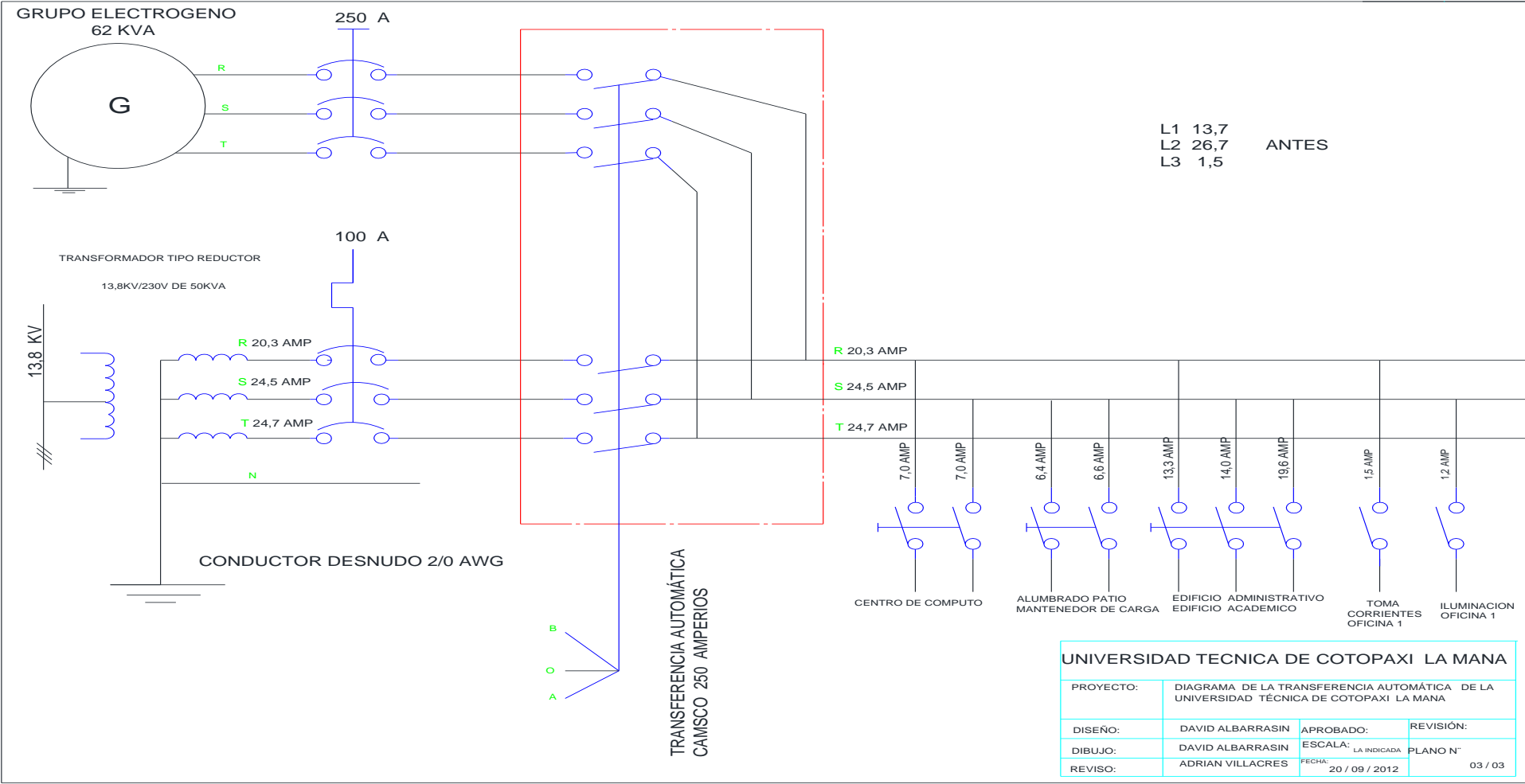
Realizado por: David Albarrasín

## ANEXO 4

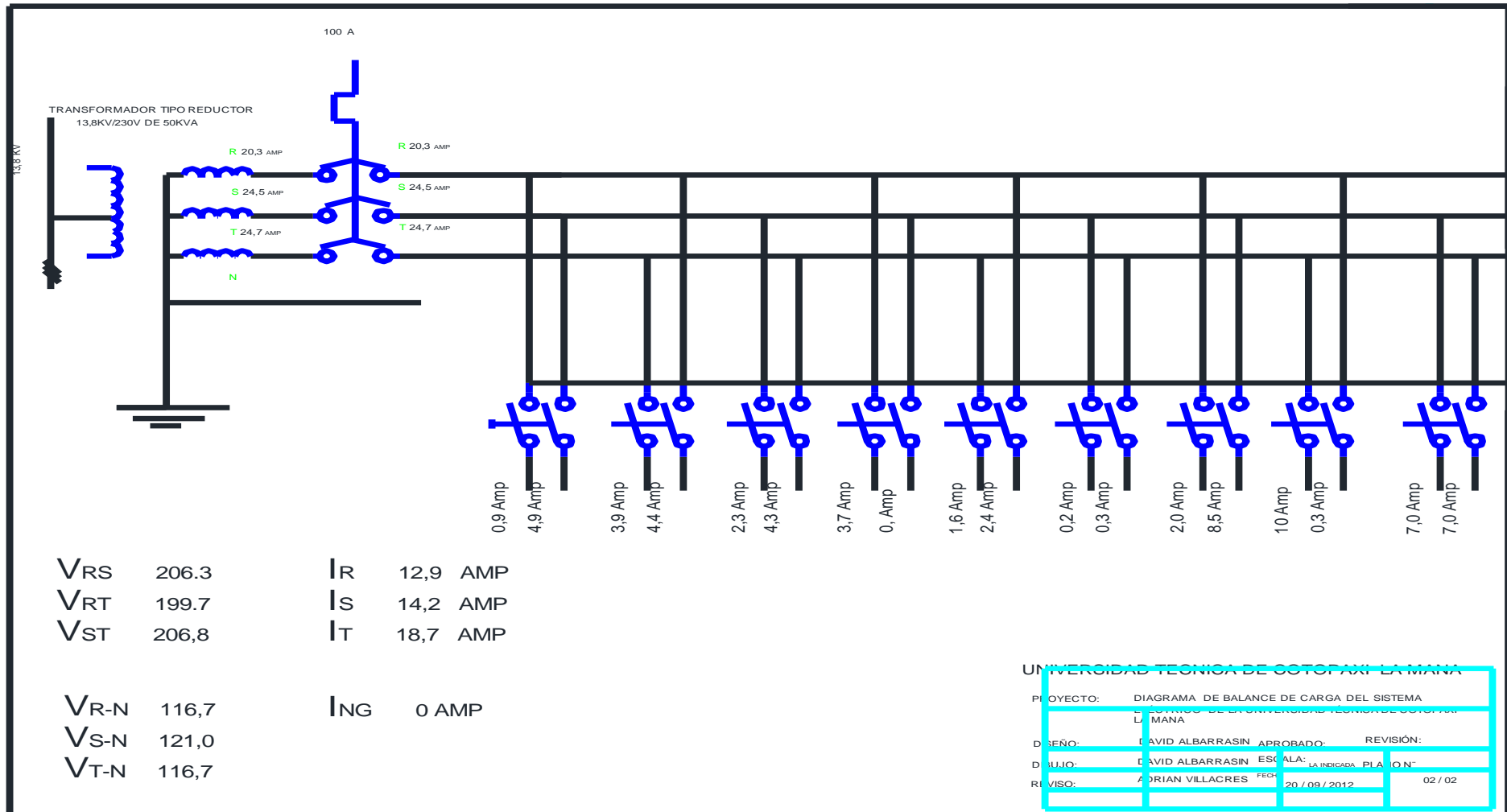
## DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ



# DIAGRAMA DE LA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ



# DIAGRAMA DE BALANCE DE CARGA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ



## ANEXOS 4

### COMPROBACIÓN DE ENCENDIDO DEL GRUPO ELECTRÓGENO





## MEDICIÓN DE CORRIENTE





## MEDICIÓN EN AMPERIOS PARA BALANCE DE CARGA



## RECOPIACIÓN DE DATOS DE DIMENSIONAMIENTO DE BREAKER

